Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Освітньо-професійна програма
(освітньо-професійна / освітньо-наукова)

«Кіберфізичні ядерні технології»
(назва програми)

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
(перший (бакалаврський), другий (магістерський), третій (освітньо-науковий)

Галузь знань 10 – природничі науки
(код, назва галузі)

Спеціальність 105 – прикладна фізика та наноматеріали
(шифр, назва спеціальності)

ЗАТВЕРДЖЕНО
Вченою радою Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
"29" серпня 2024 року,
протокол № 16

Введено в дію з 2024/2025 н.р.
наказом від "29" серпня 2024 р.
№ 01Н-А/240

Проректор з науково-педагогічної роботи
_____ Олександр ГОЛОВКО

Харків 2024

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

освітньо-професійної програми

першого (бакалаврського) рівня

«Кіберфізичні ядерні технології»

Освітню програму розглянуто та схвалено на:

1.1. Науково-методичній раді Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
протокол №10 від «28» 08 2024 р.

Голова науково-методичної ради,
Проректор з науково-педагогічної роботи _____Олександр ГОЛОВКО

1.2. Вченій раді ННІ «Фізико-технічний факультет»:
протокол № 7 від « 17 » липня 2024 р.

Голова Вченої ради ННІ «ФТФ» _____Сергій ЛИТОВЧЕНКО

1.3. Науково-методичній комісії ННІ «Фізико-технічний факультет»:
протокол № 11 від « 12 » липня 2024 р.

Голова науково-методичної комісії ННІ «ФТФ»_____Микола ЮНАКОВ

1.4. Кафедрі фізики ядра та високих енергій імені О.І. Ахієзера:
протокол № 9 від « 28 » червня 2024 р.

Завідувач кафедри _____Юрій СЛЮСАРЕНКО

1.5. Кафедрі прикладної фізики та фізики плазми
протокол № 12 від « 21 » червня 2024 р.
Завідувач кафедри _____Ігор ГАРКУША

1.6. Кафедрі медичної фізики та біомедичних нанотехнологій:
протокол № 6 від « 24 » червня 2024 р.

Завідувачка кафедри _____Валерія ТРУСОВА

1.7. Кафедрі матеріалів реакторобудування та фізичних технологій:
протокол № 13/2023-2024 від « 24 » червня 2024 р.

Завідувач кафедри _____Сергій ЛИТОВЧЕНКО

ПЕРЕДМОВА

Розроблено робочою групою у складі:

Прізвище, ім'я, по батькові	Найменування посади (для сумісників – місце основної роботи, посада)	Науковий ступінь, вчене звання, за якою кафедрою (спеціальністю) присвоєно
Керівник робочої групи:		
Кузнєцов Пилип Едуардович	Директор ННІ «Фізико-технічний факультет» ХНУ імені В.Н. Каразіна	К.ф.-м.н. зі спеціальності 01.04.16 – фізика ядра, елементарних частинок та високих енергій, доцент
Члени робочої групи:		
Гах Андрій Геннадійович	Доцент ЗВО кафедри фізики ядра та високих енергій імені О.І. Ахієзера ННІ «Фізико-технічний факультет» ХНУ імені В.Н. Каразіна	К.ф.-м.н. зі спеціальності 01.04.02 – теоретична фізика, доцент
Середа Костянтин Миколайович	Доцент ЗВО кафедри прикладної фізики та фізики плазми, заст. директора ННІ «Фізико-технічний факультет» ХНУ імені В.Н. Каразіна з навчальної роботи	К.ф.-м.н., ст.н.с. зі спеціальності 01.04.08 – фізика плазми
Литовченко Сергій Володимирович	Професор ЗВО кафедри матеріалів реакторобудування та фізичних технологій, в.о. завідувача кафедри матеріалів реакторобудування та фізичних технологій ННІ «Фізико-технічний факультет» ХНУ імені В.Н. Каразіна	Д.т.н., професор зі спеціальності 01.04.07 – фізика твердого тіла
Трусова Валерія Михайлівна	Професор ЗВО кафедри медичної фізики та біомедичних нанотехнологій, в.о. завідувачки кафедри медичної фізики та біомедичних нанотехнологій ННІ «Фізико-технічний факультет» ХНУ імені В.Н. Каразіна	Д.ф.-м.н., професор, член-кор. НАН України зі спеціальності «Ядерна медична фізика»
Гірка Ігор Олександрович	Професор ЗВО кафедри прикладної фізики та фізики плазми ННІ «Фізико-технічний факультет» ХНУ імені В.Н. Каразіна	Д.ф.-м.н., професор кафедри загальної та прикладної фізики, член-кор. НАН України зі спеціальності «Експериментальна фізика плазми», заслужений діяч науки і техніки України
До проектування освітньої програми долучені: **Представники роботодавців:** – **Шульга Микола Федорович** – академік-секретар НАН України, д.ф.-м.н., професор, академік НАН України, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (2002); – **Гаркуша Ігор Євгенійович** – в.о. генерального директора Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут» (ННЦ ХФТІ) НАН України, д.ф.-м.н., професор, академік НАН України, лауреат Державної премії		

України в галузі науки і техніки (2007);

- **Азарєнков Микола Олексійович** – директор Інституту фізики твердого тіла, матеріалознавства і технологій (ННЦ ХФТІ) НАН України, д.ф.-м.н., професор, академік НАН України, заслужений діяч науки і техніки України.
- **Литвиненко Володимир Вікторович** – директор Інституту електрофізики і радіаційних технологій (ІЕРТ) НАН України, д.ф.-м.н., професор.

Представники здобувачів вищої освіти:

- **Широкопетлєв Федір Олександрович** – здобувач вищої освіти на першому освітньому рівні за фаховим спрямуванням «Фізика плазми та фізичні технології», 4-ий рік навчання;
- **Кушнарьов Богдан Андрійович** – здобувач вищої освіти на першому освітньому рівні за фаховим спрямуванням «Теоретична та експериментальна ядерна фізика», 4-ий рік навчання;
- **Серафимович Дмитро Євгенович** – здобувач вищої освіти на першому освітньому рівні за фаховим спрямуванням «Фізичне матеріалознавство», 4-ий рік навчання.

При розробці Програми враховані вимоги:

Стандарту вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, галузі знань 10 – «Природничі науки», спеціальності 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали», затвердженого наказом МОН України №804 від 16.06.2020 р.

Рецензії-відгуки зовнішніх стейкхолдерів (за наявності):

Профіль освітньої програми
«Кіберфізичні ядерні технології»

зі спеціальності 105 – Прикладна фізика та наноматеріали

1 – Загальна інформація	
Повна назва вищого навчального закладу та структурного підрозділу	Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Навчально-науковий інститут «Фізико-технічний факультет»
Ступінь вищої освіти та назва кваліфікації	Ступінь вищої освіти: бакалавр Спеціальність: 105 – Прикладна фізика та наноматеріали Освітня кваліфікація: бакалавр прикладної фізики та наноматеріалів,
Офіційна назва програми	Кіберфізичні ядерні технології
Тип диплому та обсяг освітньої програми	Диплом бакалавра, одиничний, 240 кредитів ЄКТС, термін навчання 3 роки 10 місяців
Наявність акредитації	Акредитаційна комісія. Україна. Сертифікат акредитації спеціальності НД 2189530, дійсний до 01.07.2024
Цикл/рівень	НРК України – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл, EQF-LLL – 6 рівень
Передумови	Навчання за програмою можуть розпочати особи з повною загальною середньою освітою за результатами національного мультипредметного тесту або зовнішнього незалежного оцінювання, з урахуванням середнього балу документу про повну загальну середню освіту. Особи, що бажають навчатися за програмою, подають сертифікати Українського центру оцінювання якості освіти з предметів, що визначені правилами прийому до університету. Відбір абітурієнтів здійснюється на конкурсній основі. Можливим також є навчання зі вступом на другий курс (з наступним нормативним терміном навчання) осіб, які здобули освітньо-кваліфікаційний рівень молодшого спеціаліста. Прийом на основі освітньо-кваліфікаційного рівня молодшого спеціаліста для здобуття ступеня бакалавра здійснюється за результатами національного мультипредметного тесту або зовнішнього незалежного оцінювання.
Мова викладання	Українська мова та англійська мова
Термін дії освітньої програми	30.06.2028 р.
Інтернет-адреса постійного розміщення опису освітньої програми	http://physics-technology.karazin.ua/academics/osvitni-programi
2 – Мета освітньої програми	
Мета програми	Підготовка фахівців з ядерної фізики та кіберфізичних систем, які на основі знань законів фізики та застосування

	комп'ютерних методів готові до кваліфікованої науково-технічної роботи та виконання комплексних робіт, пов'язаних із розробкою, оптимізацією та обслуговуванням складних ядерно-фізичних систем у галузі прикладної фізики та наноматеріалів відповідно до фахової орієнтації.
3 – Характеристика освітньої програми	
Предметна область (галузь знань, спеціальність, спеціалізація (за наявності))	Галузь знань: 10 – Природничі науки Спеціальність: 105 – Прикладна фізика та наноматеріали
Орієнтація освітньої програми	Освітньо-професійна програма спрямована на надання студентам зі спеціальності «Прикладна фізика та наноматеріали» широкої міждисциплінарної підготовки, що відповідає сучасним світовим вимогам до фахівців з ядерної фізики та комп'ютерних технологій та поглиблює фундаментальні знання з квантової фізики, наноматеріалів, програмування та комп'ютерних систем, системного аналізу тощо.
Основний фокус освітньої програми та спеціалізації	Стійкий розвиток ядерних технологій є передумовою енергетичної незалежності та військової безпеки Країни. На теперішній час значна кількість ядерно-фізичних процесів керується, моделюється або аналізується за допомогою комп'ютерів. Системи, які включають в себе як комп'ютерну так і фізичну складові отримали назву кіберфізичних. Освітня програма "Кіберфізичні ядерні технології" спрямована на підготовку кваліфікованих кадрів які з одного боку отримують базові знання з прикладної ядерної фізики, а з іншого - отримають компетенції необхідні для реалізації цих знань в ядерній галузі (енергетика, медицина, військове застосування тощо). Студенти отримують широку міждисциплінарну підготовку, що відповідає сучасним світовим вимогам до фахівців у природничій галузі знань та об'єднує знання із обов'язкових загальних дисциплін (включаючи систематичне загальне та фахове вивчення англійської мови) та фундаментальної професійної спеціалізації (вища математика, програмування, загальна та прикладна ядерна фізика). Студенти відвідують загальні міжфакультетські дисципліни та курси ядерної безпеки та радіаційного захисту. Студенти опановують також низку спеціальних дисциплін за вибором, які вільно обирають по закінченню третього курсу навчання. Завдяки широкій та ґрунтовній міждисциплінарній підготовці випускники освітньої програми отримають можливість працювати в ядерній галузі Країни, розв'язувати актуальні проблеми цього напрямку за допомогою комп'ютерних методів, займатися науковими дослідженнями у міжнародних і вітчизняних науково-дослідних центрах, брати участь у розробці сучасного кіберфізичного та технологічного обладнання у вітчизняних та світових фірмах-розробниках.

	Ключові слова: ядерні технології, кіберфізичні системи, вища математика, програмування, моделювання та обробка інформації, алгоритмізація, вбудовані системи, загальна та ядерна фізика, медична ядерна фізика, ядерні реактори, фізичне та радіаційне матеріалознавство, ядерна та альтернативна енергетика, ядерна безпека, радіаційний захист.
Особливості програми	Навчальний план за програмою містить низку обов'язкових дисциплін та дисциплін за вибором з двох циклів: 1. «Загальної підготовки», та 2. «Професійної підготовки». Навчальні дисципліни, що увійшли до освітньої програми, можуть бути умовно поєднані у такі блоки: 1. Загальної та гуманітарної підготовки; 2. Математичної підготовки; 3. Загальнофізичної підготовки; 4. Комп'ютерної підготовки; 5. Теоретичної та фахової підготовки; 6. Навчальна практика. Дисципліни з блоків загальної та гуманітарної підготовки, та загальнофізичної підготовки викладаються студентам протягом перших трьох років навчання. Комп'ютерна та математична підготовка триває протягом усього терміну виконання освітньої програми. Дисципліни з теоретичної та фахової підготовки вивчаються у 5-8 семестрах. Вибіркові спеціальні дисципліни фахової підготовки вивчаються на 4 році навчання. Студент вільно обирає комплекс дисциплін вибіркового блоку після навчальної практики в 7 семестрі. Міжфакультетські дисципліни студенти обирають на 2 та 3 курсах. До викладання загальних та спеціальних дисциплін залучено провідних науковців, які працюють у сфері сучасної прикладної ядерної науки та фахівців-експертів, які працюють в високотехнологічних галузях. Серед них сім академіків НАНУ, одинадцять лауреатів державних та академічних премій, представники лідерів сфери інформаційних технологій. Зміст спецкурсів розроблено з метою врахування побажань численних замовників – представників наукових установ та ядерних високотехнологічних підприємств, а також ІТ компаній. До викладання дисциплін блоків комп'ютерної, теоретичної та фахової підготовки залучено молодих вчених з досвідом розробки і впровадження складних аналітичних систем, прогностичних моделей і систем керування. Практичну підготовку студенти проходитимуть у провідних науково-дослідних центрах, таких як Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут» НАН України, Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Вєркіна НАН України, Науково-технологічний комплекс «Інститут монокристалів» НАН України та інших фахових установах ядерного профілю, які займаються розробкою нових кіберфізичних методів досліджень. Студенти старших курсів матимуть можливість брати участь у виконанні науково-дослідних робіт за міжнародними грантами, та за державними замовленнями Міністерства освіти і науки України, які проводять науковці ННІ «Фізико-технічний факультет».

4 – Придатність випускників до працевлаштування та подальшого навчання	
Придатність до працевлаштування	Робочі місця в наукових центрах та високотехнологічних ІТ-компаніях, підприємствах енергетичного та безпекового сектору, закладах медичної галузі, науково-дослідних інститутах НАН України, навчальних закладах МОН України. Бакалавр з кіберфізичних ядерних технологій є фахівцем, підготовленим до кваліфікованої технічної та первинної аналітичної роботи пов'язаної із застосуванням знань у галузі не тільки ядерних а й інших дотичних наукоємних технологій. Він може залучатися до виконання спеціальних робіт, пов'язаних з енергетичною безпекою та підвищенням обороноздатності Країни. Випускник-бакалавр підготовлений до роботи на посадах інженера, дослідника, оператора та інспектора з експлуатації ядерних технологій на промислових та виробничих підприємствах залучених до ядерно паливного циклу України; дата-аналітика, тестувальника або розробника у високотехнологічних ІТ-компаніях, наукового або науково-педагогічного працівника закладів МОН та НАН України, працювати на керівних посадах в підрозділах. Згідно з національним класифікатором професій ДК 003:2010 фахівці, які здобули освіту за освітньою програмою «Кіберфізичні ядерні технології», здатні виконувати наступні професійні роботи: 21 – Професіонали в галузі фізичних, математичних та технічних наук; 2131 – Професіонали в галузі обчислювальних систем; 3121 –Техніки-програмісти; 2139 – Професіонали в інших галузях обчислень (комп'ютеризації); 3111 – Лаборанти та техніки, пов'язані з хімічними та фізичними дослідженнями; 3119 – Інші технічні фахівці в галузі фізичних наук та техніки.
Подальше навчання	Бакалавр прикладної фізики та наноматеріалів, за умов набуття відповідного досвіду, може адаптуватися до напрямів суміжної професійної діяльності, а також може підвищувати свій науковий рівень у вищих навчальних закладах і наукових установах в Україні та за кордоном. Він може вступати на навчання за другим (магістерським) рівнем до вищих навчальних закладів України та за її межами, а також набувати додаткові кваліфікації в системі освіти дорослих.
5 – Викладання та оцінювання	
Викладання та навчання	Застосовуються новітні комбіновані онлайн та офлайн технології викладання. Використовуються сучасні системи керування навчанням. Заняття проводяться у вигляді лекцій, лабораторних та практичних занять, семінарських обговорень, факультативів тощо. Освітня програма імплементує студентоцентроване та практико-орієнтоване навчання. Викладання проводиться базово співробітниками ННІ "Фізико-технічний факультет" із залученням представників роботодавців та співробітників інших установ-замовників. Передбачена також самостійна робота на основі підручників, навчальних посібників та конспектів лекцій,

	консультації із викладачами, дослідження в лабораторіях, підготовка бакалаврської кваліфікаційної роботи.
Оцінювання	Письмові та усні екзамени, лабораторні звіти, поточний контроль, захист курсових робіт, усні презентації, атестаційний екзамен з прикладної фізики та нанотехнологій. Оцінювання відбувається за дворівневою, або чотирирівневою шкалами. Дворівнева: 0-49 – «не зараховано», 50-100 – «зараховано». Чотирирівнева: 0-49 – «незадовільно», 50-69 – «задовільно», 70-89 – «добре», 90-100 – «відмінно».
6 – Програмні компетентності	
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми прикладної фізики та наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії й характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні компетентності	1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. (**ЗК-1**) 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. (**ЗК-2**) 3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. (**ЗК-3**) 4. Здатність спілкуватися іноземною мовою. (**ЗК-4**) 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. (**ЗК-5**) 6. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні. (**ЗК-6**) 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (**ЗК-7**) 8. Навички міжособистісної взаємодії. (**ЗК-8**) 9. Здатність працювати автономно. (**ЗК-9**) 10. Навички здійснення безпечної діяльності. (**ЗК-10**) 11. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні. (**ЗК-11**) 12. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя. (**ЗК-12**) 13. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності. (**ЗК-13**)
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)	1. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів. (**СК-1**) 2. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей

	фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів. (**СК-2**) 3. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження. (**СК-3**) 4. Здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок. (**СК-4**) 5. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій. (**СК-5**) 6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем. (**СК-6**) 7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності. (**СК-7**) 8. Здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах. (**СК-8**) 9. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень (**СК-9**); 10. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних задач і моделювання фізичних систем (**СК-10**); 11. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних досліджень (**СК-11**)
7 – Програмні результати навчання	
Програмні результати навчання	1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики. (**ПРН-1**) 2. Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні. (**ПРН -2**) 3. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем. (**ПРН -3**) 4. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, механіки суцільних середовищ, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та геометричної оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з теоретичної та прикладної фізики. (**ПРН-4**); 5. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій. (**ПРН-5**) 6. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й

	аналізу математичних моделей фізичних процесів. (**ПРН-6**) 7. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики. (**ПРН-7**) 8. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій. (**ПРН-8**) 9. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики. (**ПРН-9**) 10. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації. (**ПРН-10**) 11. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики. (**ПРН-11**) 12. Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів. (**ПРН-12**); 13. Вільно спілкуватися з професійних питань державною та англійською мовами усно та письмово. (**ПРН-13**) 14. Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію. (**ПРН-14**) 15. Планувати й організовувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди при розробці та реалізації наукових і прикладних проєктів. (**ПРН-15**) 16. Оцінювати фінансові, матеріальні та інші витрати, пов'язані з реалізацією проектів у сфері прикладної фізики, соціальні, екологічні та інші потенційні наслідки реалізації проектів. (**ПРН-16**) 17. Знати і розуміти свої громадянські права і обов'язки, як члена вільного демократичного суспільства, мати навички їх реалізації, відстоювання та захисту (**ПРН-17**); 18. Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітньої траєкторії та професійного розвитку. (**ПРН-18**) 19. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи. (**ПРН-19**); 20. Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та

	речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини. (**ПРН-20**); 21. Знати, аналізувати, прогнозувати та оцінювати основні екологічні аспекти загального впливу промислово-технологічної діяльності людства, а також окремих фізичних явищ, наукових досліджень та процесів (природних і штучних) на навколишнє природне середовище та на здоров'я людини. (**ПРН-21**); 22. Знати та розуміти необхідність збереження та примноження моральних, культурних та наукових цінностей і досягнень суспільства. (**ПРН-22**); 23. Розуміти основні принципи здорового способу життя та вміти застосовувати їх для підтримки власного здоров'я та працездатності. (**ПРН-23**)
8 – Ресурсне забезпечення реалізації програми	
Специфічні характеристики кадрового забезпечення	Кадрове забезпечення освітньої програми складається з професорсько-викладацького складу кафедр «прикладної фізики та фізики плазми», «фізики ядра та високих енергій імені О.І. Ахієзера», «матеріалів реакторобудування та фізичних технологій», «медичної фізики та біомедичних нанотехнологій» ННІ «Фізико-технічний факультет» ХНУ імені В.Н. Каразіна. Практико-орієнтований характер освітньої програми передбачає широку участь фахівців-практиків з провідних наукових установ НАН України та високотехнологічних ІТ компаній у викладанні професійно-орієнтованих дисциплін, що підсилює синергетичний зв'язок теоретичної та практичної підготовки. 95% професорсько-викладацького складу мають наукові ступені та вчені звання. Усі викладачі відповідають вимогам, визначеним Ліцензійними умовами провадження освітньої діяльності.
Специфічні характеристики матеріально-технічного забезпечення	ННІ «Фізико-технічний факультет» має унікальну матеріальну базу. Лабораторні роботи проводяться в повністю оснащених лабораторіях кафедри прикладної фізики та фізики плазми: лабораторії механіки та молекулярної фізики, лабораторії електрики та магнетизму, лабораторії оптики та атомної фізики, лабораторії електроніки. Цикл комп'ютерної підготовки проводиться в двох комп'ютерних класах, в яких вивчають пакети розрахунків MatLab Simulink, Wolfram Mathematica, Maple, та ознайомлюються із мовами програмування Python, C++, R, та іншими. Виконання спеціальних лабораторних робіт із ядерної фізики проводиться на макетах, що відповідають вимогам техніки безпеки, наборах фольг-поглиначів та відбивачів бета- та гамма-випромінювання, дозиметрах-радіометрах бета- та гамма-випромінювання, джерелах радіації у закритому вигляді, сигналізаторах забрудненості поверхні рук бета-активними речовинами, засобами детектування. Дослідження структури атомного ядра та моделювання

	складних ядерно-фізичних процесів проводяться за допомогою комп'ютерного імітатора "Scatter" на базі шести ПЕОМ Pentium IV – AMD Athlon, великими сучасними науковими програмними продуктами такими як: HELIOS, DYN3D, SCALE, MCNPX. Курсові роботи виконуються в наукових лабораторіях ННІ «Фізико-технічний факультет», де зосереджено унікальний комплекс ядерно-фізичного устаткування: електростатичний прискорювач Ван де Граафа ІГ-410 з енергією прискорених іонів до 1,7 МеВ/нуклон, лінійні прискорювачі електронів ЛПЕ-6 (на 6 МеВ) і Електроніка-У003 (на 8 МеВ), сильнострумовий імпульсний прискорювач електронів "Надія" (імпульсна потужність пучка 10^{11} Вт, енергія електрона 1 МеВ, струм пучка електронів 100 кА, тривалість імпульсу 70 нс), нейтронний генератор НГ-150М (En = 14,1 МеВ, вихід нейтронів - $2x10^{11}$ н/с), імплантатор важких іонів "Везувій-32", низькофонова установка, численні спектрометри іонізуючого випромінювання різного типу та інше устаткування. В курсах призначених для навчання студентів фізичному матеріалознавству проводяться мас-спектрометричні аналітичні дослідження концентраційного та ізотопного складу твердих тіл із низькою температурою плавлення і газових середовищ на мас-спектрометрах MI 1201B, MI 1201AT. Мас-спектрометричну операційну діагностику технологічних процесів із контролем складу газового середовища студенти вивчають на базі динамічних мас-спектрометрів MX 7304 і MX 7304A. Метод мас-спектрометрії вторинних іонів для дослідження наноструктур у навколо поверхневій області твердого тіла опановують на базі статичного мас-спектрометра. Експрес аналіз ізотопної та хімічної індивідуальності наноструктур на поверхні твердого тіла вивчають на вторинно-емісійному мас-спектрометрі MC 7201. Вивчення молекулярно-динамічного моделювання біомолекулярних систем та комп'ютерних методів в медико-біологічних дослідженнях проводиться з використанням сучасного обладнання: спектрофлуориметрів ShimadzuRF-6000 (ShimadzuCorp., Japan) та Perkin Elmer LS-55 (UK) для вимірювання спектрів флуоресценції та 3D-спектрів біологічних зразків та суперкомп'ютерів для молекулярно-динамічних розрахунків, оснащених графічними процесорами NVIDIA GeForce, які дозволяють проводити розрахунки мікросекундної динаміки біомакромолекул. Під час навчальної практики студенти мають можливість набути навичок наукової роботи на сучасному науково-технологічному обладнанні провідних наукових установ міста Харків: Національного наукового центру "Харківський фізико-технічний інститут" НАНУ, зокрема, на Ядерній підкритичній збірці «Джерело нейтронів», Інституту електрофізики та радіаційних технологій НАНУ, Інституту низьких температур ім. Б.І. Вєркіна НАНУ.

Специфічні характеристики інформаційного та навчально-методичного забезпечення	Використання віртуального навчального середовища Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна та авторських розробок професорсько-викладацького складу.
9 – Академічна мобільність	
Національна кредитна мобільність	На основі двосторонніх договорів між Харківським національним університетом імені В.Н. Каразіна та іншими університетами України.
Міжнародна кредитна мобільність	На основі двосторонніх договорів між Харківським національним університетом імені В.Н. Каразіна та навчальними закладами країн-партнерів. Зокрема в рамках членства в Європейських системах ядерної та термоядерної освіти (European Nuclear Education Network (ENEN) та European Fusion Education Network (FuseNet)).
Навчання іноземних здобувачів вищої освіти	Можливе.

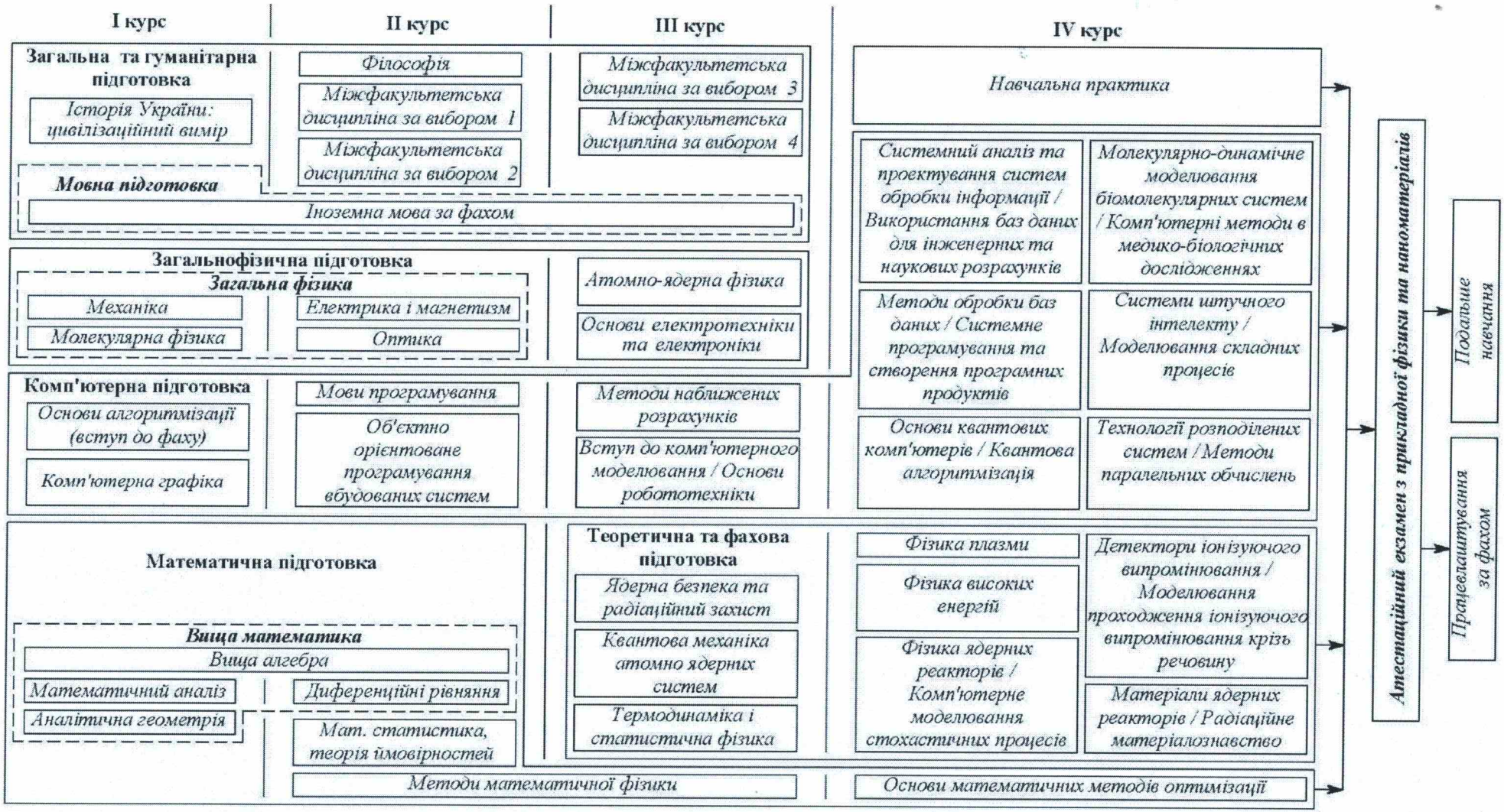
10 – Перелік компонент освітньо-професійної програми та їх логічна послідовність

10.1. – Перелік компонент ОП

Код н/д	Компоненти освітньої програми (навчальні дисципліни, курсові проекти (роботи), практики, кваліфікаційна робота)	Кількість кредитів	Форма підсумкового контролю
1	2	3	4
Обов'язкові компоненти ОП			
ОК 1	Історія України: цивілізаційний вимір	3	екзамен
ОК 2	Філософія	3	екзамен
ОК 3	Іноземна мова за фахом	12	екзамен
ОК 4	Основи алгоритмізації (вступ до фаху)	3	залік
ОК 5	Комп'ютерна графіка	3	залік
ОК 6	Вища математика (*Математичний аналіз*)	18	екзамен
ОК 7	Вища математика (*Аналітична геометрія*)	4	екзамен
ОК 8	Вища математика (*Вища алгебра*)	7	екзамен
ОК 9	Вища математика (*Диференційні рівняння*)	6	залік
ОК 10	Методи математичної фізики	9	екзамен
ОК 11	Математична статистика, теорія ймовірностей	4	залік
ОК 12	Методи наближених розрахунків	5	екзамен
ОК 13	Загальна фізика (*Механіка*)	10	екзамен
ОК 14	Загальна фізика (*Молекулярна фізика*)	10	екзамен
ОК 15	Загальна фізика (*Електрика і магнетизм*)	12	екзамен
ОК 16	Загальна фізика (*Оптика*)	8	екзамен
ОК 17	Атомно-ядерна фізика	9	екзамен
ОК 18	Основи електротехніки та електроніки	11	екзамен
ОК 19	Квантова механіка атомно ядерних систем	5	екзамен
ОК 20	Термодинаміка і статистична фізика	4	екзамен
ОК 21	Фізика плазми	4	екзамен
ОК 22	Фізика високих енергій	4	екзамен
ОК 23	Мови програмування	4	залік
ОК 24	Об'єктно орієнтоване програмування вбудованих систем	6	залік
ОК 25	Основи математичних методів оптимізації	3	екзамен
ОК 26	Ядерна безпека та та радіаційний захист	5	залік
ОК 27	Навчальна практика	5	залік
ОК 28	Атестаційний екзамен «Прикладна фізика та наноматеріали»		
Загальний обсяг обов'язкових дисциплін		177 кредитів ЄКТС	
Вибіркові компоненти ОП			
ВК 01.1	Міжфакультетська дисципліна за вибором 1	3	залік
ВК 01.2	Міжфакультетська дисципліна за вибором 2	3	залік
ВК 01.3	Міжфакультетська дисципліна за вибором 3	3	залік
ВК 01.4	Міжфакультетська дисципліна за вибором 4	3	залік
ВК 02	Вступ до комп'ютерного моделювання / Основи робототехніки	7	екзамен
ВК 03	Системний аналіз та проектування систем обробки інформації / Використання баз даних для інженерних та наукових розрахунків	6	екзамен

ВК 04	Методи обробки баз даних / Системне програмування та створення програмних продуктів	5	залік
ВК 05	Системи штучного інтелекту / Моделювання складних процесів	5	залік
ВК 06	Технології розподілених систем / Методи паралельних обчислень	5	екзамен
ВК 07	Основи квантових комп'ютерів / Квантова алгоритмізація	5	екзамен
ВК 08	Молекулярно-динамічне моделювання біомолекулярних систем / Комп'ютерні методи в медико-біологічних дослідженнях	6	залік
ВК 09	Детектори іонізуючого випромінювання / Моделювання проходження іонізуючого випромінювання крізь речовину	4	залік
ВК 10	Фізика ядерних реакторів / Комп'ютерне моделювання стохастичних процесів	4	екзамен
ВК 11	Матеріали ядерних реакторів / Радіаційне матеріалознавство	4	екзамен
Загальний обсяг вибіркових дисциплін		63 кредити ЄКТС	
ЗАГАЛЬНИЙ ОБСЯГ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ		240кредитів ЄКТС	

10.2. – Структурно-логічна схема ОП.



11. Форма атестації здобувачів вищої освіти

Атестація випускників спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» проводиться шляхом комплексного атестаційного екзамену з прикладної фізики та наноматеріалів в який входять три освітні компоненти (ОК18 «Атомно-ядерна фізика»; ОК26 «Основи математичних методів оптимізації»; ОК27 «Ядерна безпека та та радіаційний захист»). Атестація здійснюється відкрито і публічно.

Атестація завершується отриманням здобувачем документів державного зразка про присудження здобувачу вищої освіти ступеня бакалавра зі спеціальності «Прикладна фізика та наноматеріали», освітньо-професійна програма «Кіберфізичні ядерні технології».

12. Матриця відповідності програмних компетентностей компонентам освітньої програми

ПК	ОК 1	ОК 2	ОК 3	ОК 4	ОК 5	ОК 6	ОК 7	ОК 8	ОК 9	ОК 10	ОК 11	ОК 12	ОК 13	ОК 14	ОК 15	ОК 16	ОК 17	ОК 18	ОК 19	ОК 20	ОК 21	ОК 22	ОК 23	ОК 24	ОК 25	ОК 26	ОК 27	ОК 28	ВК 01.1	ВК 01.2	ВК 01.3	ВК 01.4	ВК 02	ВК 03	ВК 04	ВК 05	ВК 06	ВК 07	ВК 08	ВК 09	ВК 10	ВК 11
ЗК-1											+																+						+		+			+				+
ЗК-2																	+																									+	
ЗК-3	+																												+	+	+	+										
ЗК-4			+																																							
ЗК-5				+	+																		+	+									+	+	+	+	+	+	+			
ЗК-6																					+	+																	+	+		
ЗК-7																									+									+	+	+			+			
ЗК-8		+																																								
ЗК-9																		+															+									
ЗК-10																										+																
ЗК-11																			+																								
ЗК-12										+	+																														+	+
ЗК-13	+	+																										+														
СК-1						+																												+	+		+			+	+	+
СК-2													+		+																					+		+	+			
СК-3														+		+																										+
СК-4																								+										+							+	
СК-5																						+	+										+	+		+	+	+	+	+		
СК-6																				+																		+		+		
СК-7												+																					+			+			+	+		
СК-8							+																				+												+		+	
СК-9													+	+	+	+																	+							+		
СК-10											+	+																					+			+		+		+	+	+
СК-11																												+	+	+	+	+										

13. Матриця забезпечення програмних результатів навчання (ПРН) відповідними компонентами освітньої програми

ПРН	ОК 1	ОК 2	ОК 3	ОК 4	ОК 5	ОК 6	ОК 7	ОК 8	ОК 9	ОК 10	ОК 11	ОК 12	ОК 13	ОК 14	ОК 15	ОК 16	ОК 17	ОК 18	ОК 19	ОК 20	ОК 21	ОК 22	ОК 23	ОК 24	ОК 25	ОК 26	ОК 27	ОК 28	ВК 01.1	ВК 01.2	ВК 01.3	ВК 01.4	ВК 02	ВК 03	ВК 04	ВК 05	ВК 06	ВК 07	ВК 08	ВК 09	ВК 10	ВК 11
ПРН-1																	+		+								+													+	+	+
ПРН-2	+	+																										+										+					
ПРН-3													+								+					+		+										+				
ПРН-4													+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						+												+	+	+
ПРН-5															+	+					+	+						+										+	+	+	+	+
ПРН-6						+	+	+	+	+	+	+							+	+	+	+						+							+	+	+	+		+	+	+
ПРН-7													+	+	+	+											+															
ПРН-8						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+		+	+		+						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН-9				+	+													+										+												+		
ПРН-10				+																							+		+	+	+	+							+			
ПРН-11		+											+				+										+														+	+
ПРН-12				+	+																+	+	+	+	+		+						+	+	+	+	+		+	+	+	+
ПРН-13			+																								+	+														
ПРН-14			+		+																					+	+	+											+			
ПРН-15				+	+																		+	+	+		+	+					+	+	+	+	+					
ПРН-16		+																									+														+	+
ПРН-17	+	+																																								
ПРН-18		+		+																							+	+	+	+	+	+										
ПРН-19												+															+											+	+	+	+	
ПРН-20				+	+																					+	+											+	+	+	+
ПРН-21	+																+									+		+										+	+	+	+
ПРН-22	+																									+			+	+	+	+								+	
ПРН-23		+																								+													+	+		+