

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Львівський національний університет імені Івана Франка**

ЗАТВЕРДЖЕНО ВЧЕНОЮ РАДОЮ  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка

Голова Вченої ради

/ В. Мельник / Володимир МЕЛЬНИК

протокол № 45/3 від «29» березня 2023 р.

Освітня програма вводиться в дію з 1.09.2023 р.



**ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА  
«Квантові комп'ютери та квантове програмування»**

Першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
За спеціальністю *104 Фізика та астрономія*  
Галузі знань *10 Природничі науки*

**Розроблено робочою групою галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 104 Фізика та астрономія спеціалізація Квантові комп'ютери та квантове програмування у складі:**

1. кандидат фізико-математичних наук, доцент *Гнатенко Х. П.* (гарант освітньої програми)
2. доктор фізико-математичних наук, професор *Ткачук В. М.*
3. кандидат фізико-математичних наук, доцент *Чорнодольський Я. М.*
4. кандидат фізико-математичних наук, доцент *Самар М. І.*

**Рецензії-відгуки зовнішніх стейкхолдерів:**

1. Інститут фізики конденсованих систем Національної академії наук України.
2. Інститут прикладних проблем механіки і математики імені Я. С. Підстригача Національної академії наук України.
3. Інститут теоретичної фізики імені М. М. Боголюбова Національної академії наук України.
4. Фізико-механічний інститут імені Г.В.Карпенка.

**Керівник проектної групи  
(гарант освітньої програми)**

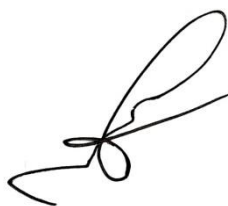


**доц. Х. П. Гнатенко**

**ПОГОДЖЕНО**

**Вчена рада фізичного факультету  
протокол № 2 від 22 березня 2023 року.**

**В. о. декана фізичного факультету**



**доц. Я. М. Чорнодольський**

## 1. Профіль освітньої програми зі спеціальності 104 Фізика та астрономія

<b>1 – Загальна інформація</b>	
<b>Повна назва вищого навчального закладу та структурного підрозділу</b>	Львівський національний університет імені Івана Франка Фізичний факультет
<b>Ступінь вищої освіти та назва кваліфікації</b>	Бакалавр Бакалавр фізики та астрономії
<b>Офіційна назва освітньої програми</b>	Освітньо-професійна програма “Квантові комп’ютери та квантове програмування”
<b>Тип диплому та обсяг програми</b>	Диплом бакалавра, одиничний, 240 кредитів ЄКТС. Термін навчання 3 роки 10 місяців.
<b>Наявність акредитації</b>	Міністерство освіти і науки України Сертифікат про акредитацію Серія НД №14010790 Львівський національний університет імені Івана Франка відповідно до рішення Акредитаційної комісії від 6 червня 2019р. протокол №136 (наказ МОН України від 12.06.2019 № 821), з галузі знань (спеціальності) 10 Природничі науки 104 Фізика та астрономія визнано акредитованим за рівнем бакалавр (на підставі наказу МОН України від 19.12.2016 № 1565). Термін дії сертифіката до 1 липня 2029 р.
<b>Цикл/рівень</b>	НРК України – 6 рівень <i>FQ-EHEA — перший цикл, EQF-LLL — 6 рівень</i>
<b>Передумови</b>	Наявність повної загальної середньої освіти та згідно з “Правилами прийому до Львівського національного університету імені Івана Франка”
<b>Мова викладання</b>	Українська
<b>Термін дії освітньої програми</b>	до наступного планового оновлення, не перевищуючи періоду акредитації
<b>Інтернет-адреса постійного розміщення опису освітньої програми</b>	<a href="http://physics.lnu.edu.ua/academics/osvitni-programy">http://physics.lnu.edu.ua/academics/osvitni-programy</a>
<b>2 – Мета освітньої програми</b>	
Підготовка висококваліфікованих та конкурентоспроможних фахівців, здатних працювати на квантових комп’ютерах, розв’язувати задачі з квантової інформації та квантового програмування. Надання ґрунтовної освіти в галузі квантових обчислень та квантового програмування з широким доступом до працевлаштування та продовження навчання за другим (магістерським) рівнем вищої освіти.	
<b>3 – Характеристика освітньої програми</b>	
<b>Предметна область (галузь знань, спеціальність, спеціалізація (за наявності))</b>	Галузь знань – 10 Природничі науки Спеціальність – 104 Фізика та астрономія Спеціалізація – Квантові комп’ютери та квантове програмування
<b>Орієнтація освітньої програми</b>	Освітньо-професійна програма підготовки бакалавра.
<b>Основний фокус освітньої програми</b>	Загальна освіта у галузі 10 Природничі науки, спеціальність 104 Фізика та астрономія. Ключові слова: квантові комп’ютери, квантова інформація, квантова криптографія, складні системи.

<p><b>Опис предметної області</b></p>	<p><b>Об'єкт:</b> фізичні та астрономічні об'єкти і процеси на всіх структурних рівнях організації матерії від елементарних частинок до Всесвіту, найбільш загальні закономірності, які описують властивості, різні форми руху і будову матерії та формують нові природничо-наукові знання.</p> <p><b>Цілі навчання:</b> підготовка фахівців, здатних розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що характеризуються комплексністю і невизначеністю умов та передбачають застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії.</p> <p><b>Теоретичний зміст предметної області:</b> базові знання загальної фізики (механіка, коливання та хвилі, молекулярна фізика та термодинаміка, електрика та магнетизм, оптика, атомна фізика, фізика ядра та елементарних частинок); основ теоретичної фізики (класична механіка, статистична фізика та термодинаміка, електродинаміка, квантова механіка); загальної астрономії, загальної та теоретичної астрофізики, космології.</p> <p><b>Методи, методика та технології:</b> фізичні ідеї, гіпотези, теорії та моделі, методи експериментальних фізичних та астрономічних досліджень та математичні методи, що відповідають теоретичному змісту предметної області.</p> <p><b>Інструменти та обладнання:</b> Наукові прилади для фізичних та астрономічних досліджень і вимірювань, спеціалізоване програмне забезпечення.</p>
<p><b>Особливості програми</b></p>	<p>Студенти можуть брати участь у програмах академічної мобільності.</p>
<p><b>4 – Придатність випускників до працевлаштування та подальшого навчання</b></p>	
<p><b>Придатність до працевлаштування</b></p>	<p>Посади молодшого інженерно-технічного персоналу у науково-дослідних академічних та галузевих інститутах і лабораторіях, IT фірмах, в науково-виробничих об'єднаннях.</p> <p><i>Перелік первинних посад:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- інженер-дослідник (КП 2149.2);</li> <li>- інженер-програміст (КП 2132.2);</li> <li>- інженер з програмного забезпечення комп'ютерів (КП 2132.2);</li> <li>- інженер-дослідник з комп'ютеризованих систем та автоматики (КП 2131.2);</li> <li>- технічні фахівці в галузі фізичних наук і техніки (КП 311).</li> </ul>
<p><b>Подальше навчання</b></p>	<p>Продовження освіти на другому (магістерському) освітньо-науковому рівні вищої освіти або набуття додаткових кваліфікацій в системі післядипломної освіти.</p>
<p><b>5 – Викладання та оцінювання</b></p>	
<p><b>Викладання та навчання</b></p>	<p>Студентоцентроване навчання, проблемно-орієнтоване викладання, а також електронне навчання в системі Moodle.</p> <p>Викладання організовано у формі лекцій, лабораторних робіт, практично-семінарських занять, самостійної роботи студентів, індивідуальних занять та консультацій.</p>
<p><b>Оцінювання</b></p>	<p>Оцінювання навчальних досягнень студентів здійснюється за системою ECTS (100-бальна шкала) та національною шкалою оцінювання.</p>

	<p><i>Поточний контроль</i> – усне та письмове опитування, колоквиуми, модульні контрольні роботи, захист індивідуальних завдань.</p> <p><i>Підсумковий контроль</i> – екзамени та заліки з урахуванням балів поточного контролю, захист курсових робіт та практик.</p> <p><i>Державна атестація</i> – державний екзамен.</p>
<b>6 – Програмні компетентності</b>	
<b>Інтегральна компетентність</b>	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
<b>Загальні компетентності (ЗК)</b>	<p><b>K01.</b> Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p><b>K02.</b> Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p><b>K03.</b> Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p><b>K04.</b> Здатність бути критичним і самокритичним.</p> <p><b>K05.</b> Здатність приймати обґрунтовані рішення.</p> <p><b>K06.</b> Навички міжособистісної взаємодії.</p> <p><b>K07.</b> Навички здійснення безпечної діяльності.</p> <p><b>K08.</b> Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p><b>K09.</b> Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.</p> <p><b>K10.</b> Прагнення до збереження навколишнього середовища.</p> <p><b>K11.</b> Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.</p> <p><b>K12.</b> Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</p> <p><b>K13.</b> Здатність спілкуватися іноземною мовою.</p> <p><b>K14.</b> 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.</p> <p><b>K15.</b> Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, їх 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.</p>
<b>Фахові компетентності спеціальності (ФК)</b>	<p><b>K16.</b> Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.</p> <p><b>K17.</b> Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.</p> <p><b>K18.</b> Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.</p> <p><b>K19.</b> Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.</p> <p><b>K20.</b> Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та</p>

	<p>астрономічних задач і моделювання фізичних систем.</p> <p><b>K21.</b> Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.</p> <p><b>K22.</b> Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.</p> <p><b>K23.</b> Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.</p> <p><b>K24.</b> Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.</p> <p><b>K25.</b> Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.</p> <p><b>K26.</b> Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.</p> <p><b>K27.</b> Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.</p> <p><b>K28.</b> Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.</p> <p><b>K29.</b> Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.</p> <p><b>K30.</b> Здатність розв'язувати задачі квантової інформації.</p> <p><b>K31.</b> Здатність програмувати на квантових комп'ютерах.</p> <p><b>K32.</b> Здатність моделювати фізичні системи та досліджувати їх властивості на класичних та квантових комп'ютерах.</p>
--	--

### 7 – Програмні результати навчання

	<p><b>ПР01.</b> Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової 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 фізики та/або астрономії.</p> <p><b>ПР02.</b> Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.</p> <p><b>ПР03.</b> Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.</p> <p><b>ПР04.</b> Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.</p> <p><b>ПР05.</b> Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.</p>
--	--

**ПР06.** Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії.

**ПР07.** Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.

**ПР08.** Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.

**ПР09.** Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.

**ПР10.** Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.

**ПР11.** Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.

**ПР12.** Вміти представляти одержані наукові результати, брати участь у дискусіях стосовно змісту і результатів власного наукового дослідження.

**ПР13.** Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.

**ПР14.** 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.

**ПР15.** Знати, аналізувати, прогнозувати та оцінювати основні екологічні аспекти загального впливу промислово-технологічної діяльності людства, а також окремих фізичних і астрономічних явищ, наукових досліджень та процесів (природних і штучних) на навколишнє природне середовище та на здоров'я людини.

**ПР16.** 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 та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів.

**ПР17.** Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду.

**ПР18.** Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для усного і письмового професійного спілкування та презентації результатів власних досліджень.

	<p><b>ПР19.</b> Знати та розуміти необхідність збереження та примноження моральних, культурних та наукових цінностей і досягнень суспільства.</p> <p><b>ПР20.</b> Знати і розуміти свої громадянські права і обов'язки, як члена вільного демократичного суспільства, мати навички їх реалізації, відстоювання та захисту.</p> <p><b>ПР21.</b> Розуміти основні принципи здорового способу життя та вміти застосовувати їх для підтримки власного здоров'я та працездатності.</p> <p><b>ПР22.</b> Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства.</p> <p><b>ПР23.</b> Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії.</p> <p><b>ПР24.</b> Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій.</p> <p><b>ПР25.</b> Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітньої траєкторії та професійного розвитку.</p> <p><b>ПР26.</b> Розуміти особливості квантового програмування та вміти їх використовувати для досягнення квантової переваги.</p> <p><b>ПР27.</b> Знати основні класичні та квантові алгоритми.</p> <p><b>ПР28.</b> Розуміти можливості застосування квантового програмування для розв'язання прикладних задач</p>
<b>8 – Ресурсне забезпечення реалізації програми</b>	
<b>Кадрове забезпечення</b>	<p>Склад проектної групи освітньої програми, професорсько-викладацький склад, що задіяний до викладання навчальних дисциплін за спеціальністю, відповідають ліцензійним умовам провадження освітньої діяльності на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти.</p> <p>Навчальний процес забезпечують асистенти, доценти та професори кафедр ЛНУ імені Івана Франка.</p>
<b>Матеріально-технічне забезпечення</b>	<p>Навчальний процес забезпечений необхідними матеріально-технічними ресурсами для організації освітнього процесу, у тому числі самостійної роботи студентів, а саме: навчальними аудиторіями, лабораторіями із сучасним устаткуванням, комп'ютерними робочими місцями, інтернет-доступом до квантових комп'ютерів, мультимедійним обладнанням, базами виробничої практики.</p>
<b>Інформаційне та навчально-методичне забезпечення</b>	<p>Офіційний веб-сайт <a href="http://www.lnu.edu.ua">http://www.lnu.edu.ua</a> містить інформацію про освітні програми, навчальну, наукову і виховну діяльність, структурні підрозділи, правила прийому, контакти; необмежений доступ до мережі Інтернет; наукова бібліотека, читальні зали; віртуальне навчальне середовище Moodle; навчальні і робочі плани; графіки навчального процесу; навчально-методичні комплекси дисциплін; дидактичні матеріали для самостійної та індивідуальної роботи студентів з дисциплін, програми практик; методичні вказівки щодо виконання курсових робіт (проектів), кваліфікаційних робіт.</p>
<b>9 – Академічна мобільність</b>	
<b>Національна кредитна мобільність</b>	<p>На основі двосторонніх договорів між Львівським національним університетом імені Івана Франка та університетами України.</p>

<b>Міжнародна кредитна мобільність</b>	Програма Erasmus+ передбачає навчальну кредитну мобільність студентів та викладачів за участю Львівського національного університету імені Івана Франка та університетів Австрії, Франції, Німеччини, Італії, Польщі, Туреччини в межах підписаних угод.
<b>Навчання іноземних здобувачів вищої освіти</b>	Навчання іноземних студентів проводиться на загальних умовах

## 2. Перелік компонентів освітньо-професійної програми та їх логічна послідовність

### 2.1. Перелік компонентів ОП

Код н/д	Компоненти освітньої програми (навчальні дисципліни, курсові проекти (роботи), практики, кваліфікаційна робота)	Кількість кредитів	Форма підсумк. контролю
1	2	3	4
<b>Обов'язкові компоненти ОП</b>			
Цикл загальної (гуманітарної та соціально-економічної) підготовки			
ОК 1.	Українська мова (за професійним спрямуванням)	3,0	іспит
ОК 2.	Історія України	3,0	іспит
ОК 3.	Філософія	3,0	іспит
ОК 4.	Іноземна мова	12,0	іспит
ОК 5.	Історія української культури	3,0	залік
ОК 6.	Фізвиховання	3,0	залік
<b>Разом</b>		<b>27</b>	
<b>Цикл професійної та практичної підготовки</b>			
ОК 7.	Математичний аналіз	9,5	іспит, іспит
ОК 8.	Аналітична геометрія	6	іспит, іспит
ОК 9.	Програмування	12,5	залік, іспит
ОК 10.	Рівняння математичної фізики	3,0	іспит
ОК 11.	Диференціальні та інтегральні рівняння	4,0	іспит
ОК 12.	Механіка	3,0	іспит
ОК 13.	Молекулярна фізика	3,0	іспит
ОК 14.	Електрика і магнетизм	4,0	іспит
ОК 15.	Оптика	4,0	іспит
ОК 16.	Загальний фізичний практикум (механіка, молекулярна фізика, електрика та магнетизм, оптика)	13,0	залік
ОК 17.	Атомна фізика	5,0	іспит
ОК 18.	Ядерна фізика та фізика елементарних частинок	5,0	іспит
ОК 19.	Теоретична механіка і основи механіки суцільних середовищ	9,0	іспит
ОК 20.	Електродинаміка	4,0	іспит
ОК 21.	Квантова механіка	9,0	іспит
ОК 22.	Термодинаміка і статфізика	4,0	іспит
ОК 23.	Безпека життєдіяльності та охорона праці	3,0	залік
ОК 24.	Виробнича практика	6,0	диф. залік
ОК 25.	Загальна астрономія та астрофізика	3,0	іспит
ОК 26.	Навчальна комп'ютерна практика	3,0	диф. залік
ОК 27.	Атестаційний екзамен	3,0	атест. екз.
<b>Разом</b>		<b>116</b>	

<i>Освітньо-професійна програма «Квантові комп'ютери та квантове програмування»</i>			
ОК 28.	Об'єктно-орієнтоване програмування	4,0	залік
ОК 29.	Алгоритми та архітектура даних	4,0	іспит
ОК 30.	Квантові алгоритми	3,0	іспит
ОК 31.	Програмування на квантових комп'ютерах	4,0	іспит
ОК 32.	Квантова криптографія	4,0	залік
ОК 33.	Дискретна математика	4,0	іспит
ОК 34.	Теорія ймовірності та основи математичної статистики у квантових алгоритмах	4,0	залік
ОК 35.	Квантова інформація	4,0	іспит
ОК 36.	Курсова робота	6,0	захист
<b>Разом</b>		<b>37</b>	
<b>Вибіркові компоненти ОП</b>			
ВБ 1.	Дисципліни вільного вибору	12,0	залік
ВБ 2.	Комп'ютерна алгебра. Чисельні методи векторного і тензорного аналізу	4,0	залік
ВБ 3.	Практикум на квантових комп'ютерах Практикум з квантової інформації	5,0	залік
ВБ 4.	Моделювання фізичних процесів та систем на квантових комп'ютерах Алгоритми для реалізації фізичних систем на квантових комп'ютерах	4,0	залік
ВБ 5.	Квантова статистика. Квантова статистична фізика	4,0	залік
ВБ 6.	Цифрова обробка даних. Обробка даних квантових обчислень	3,0	залік
ВБ 7.	Фізичні основи квантових комп'ютерів. Архітектура квантових комп'ютерів	3,0	залік
ВБ 8.	Квантове машинне навчання. Квантовий штучний інтелект.	3,0	залік
ВБ 9.	Основи сучасної електроніки Основи радіоелектроніки	4,0	залік
ВБ 10.	Складні системи. Штучні нейронні мережі	4,0	залік
ВБ 11.	Вступ до квантової інформації Вступ до квантових комп'ютерів	6,0	залік
ВБ 12.	Методи математичної фізики Теорія функцій комплексної змінної	5,0	залік
ВБ 13.	Чисельні методи Обчислювальна фізика	3,0	залік
<b>Загальний обсяг вибірових компонентів:</b>		<b>60</b>	
<b>ЗАГАЛЬНИЙ ОБСЯГ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ</b>		<b>240</b>	

## 2.2. Структурно-логічна схема освітньої програми

Курс навчання, обсяг навантаження в кредитах	Послідовність вивчення компонентів освітньої програми
1 курс, 1 семестр, 30 кредитів	ОК 4, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ОК 12, ОК 13, ОК 16.
1 курс, 2 семестр, 30 кредитів	ОК 4, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ОК 9, ОК 14, ОК 16, ОК 28.
2 курс, 3 семестр, 30 кредитів	ОК 4, ОК 11, ОК15, ОК 16, ОК 23, ОК29, ВБ 1, ВБ 12.
2 курс, 4 семестр, 30 кредитів	ОК 4, ОК 10, ОК 17, ОК19, ОК 26, ВБ 1, ВБ 2.
3 курс, 5 семестр, 30 кредитів	ОК 1, ОК 2, ОК 18, ОК 20, ОК 21, ОК 34, ВБ 1, ВБ 13.
3 курс, 6 семестр, 30 кредитів	ОК 5, ОК 21, ОК 33, ОК 36, ВБ 1, ВБ 6, ВБ 10, ВБ 11.
4 курс, 7 семестр, 30 кредитів	ОК 3, ОК 22, ОК 24, ОК 30, ОК 35, ВБ 7, ВБ 8, ВБ 9.
4 курс, 8 семестр, 30 кредитів	ОК 25, ОК 27, ОК 31, ОК 32, ОК 36, ОК 27, ВБ 3, ВБ 4, ВБ 5.

## 3. Форма атестації здобувачів вищої освіти

<b>Форми атестації здобувачів вищої освіти</b>	Атестація здобувачів вищої освіти здійснюється у формі атестаційного екзамену. та завершується видачею документа встановленого зразка про присудження ступеня бакалавра із присвоєнням кваліфікації: Бакалавр фізики та астрономії.
<b>Вимоги до атестаційного/єдиного державного кваліфікаційного екзамену (екзаменів)</b>	Атестаційний екзамен має передбачати оцінювання основних результатів навчання з фізики та астрономії, визначених цією освітньою програмою. Атестація здійснюється відкрито і публічно.

## 4. Матриця відповідності програмних компетентностей компонентам освітньої програми

	К01	К02	К03	К04	К05	К06	К07	К08	К09	К10	К11	К12	К13	К14	К15	К16	К17	К18	К19	К20	К21	К22	К23	К24	К25	К26	К27	К28	К29	К30	К31	К32		
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	+	+														+	+	+	+	+			+		+	+	+							

