

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор

*Л.В. Губерський*

(Л.В. Губерський)

« 11 » березня 2019 р.

ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА

«Фізика високих енергій»

Рівень вищої освіти: другий

на здобуття освітнього ступеню: магістр

за спеціальністю № 104 «Фізика та астрономія»

галузі знань № 10 «Природничі науки»

Розглянуто та затверджено  
на засіданні Вченої ради  
від « 04 » серпня 2018 р.  
протокол № 11

Введено в дію наказом ректора від  
« 11 » березня 2019 за № 116-32

Київ 2018 р.

# ІНФОРМАЦІЯ ПРО ЗОВНІШНЮ АПРОБАЦІЮ

А: Рецензії:

## РЕЦЕНЗІЇ

на освітньо-наукову програму  
«Фізика високих енергій» за освітнім ступенем «Магістр»  
спеціальності 104 «Фізика та астрономія» розроблену на фізичному факультеті  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Завідувач відділу фізики високих густин енергії  
інституту теоретичної фізики  
НАН України,  
член-кореспондент НАНУ,  
доктор фіз.-мат. наук, професор

Зінов'єв Г.М.

Завідувач кафедри теоретичної та експериментальної  
ядерної фізики інституту енергетики і  
комп'ютерно-інтегрованих систем управління  
Одеського національного політехнічного університету  
доктор фіз.-мат. наук, професор

Русов В.Д.

## ПЕРЕДМОВА

Розроблено робочою групою у складі:

| Прізвище, ім'я, по батькові керівника та членів проектної групи | Найменування посади (для сумісників — місце основної роботи, найменування посади) | Найменування закладу, який закінчив викладач (рік закінчення, спеціальність, кваліфікація згідно з документом про вищу освіту) | Науковий ступінь, шифр і найменування наукової спеціальності, тема дисертації, вчене звання, за якою кафедрою (спеціальністю) присвоєно | Стаж науково-педагогічної та/або наукової роботи | Інформація про наукову діяльність (основні публікації за напрямом, науково-дослідна робота, участь у конференціях і семінарах, робота з аспірантами та докторантами, керівництво науковою роботою студентів) | Відомості про підвищення кваліфікації викладача (найменування закладу, вид документа, тема, дата видачі) |
|---|---|--|---|--|--|--|
| <b>Керівник проектної групи</b>                                 |   |  |   |  |  |  |

|            |        |  |  |    |  |  |
|------------|--------|--|--|----|--|--|
| Аушев В.Є. | доцент | Київський державний університет імені Т.Г. Шевченка, фізичний факультет, 1978, Ядерна фізика, фізик, викладач. | Доктор фіз.-мат. наук, 01.04.16 – фізика ядра, елементарних частинок і високих енергій, 2012 УДК 539.171 “Утворення важких мезонів при взаємодії релятивістських протонів з ядрами та електронами на колайдері HERA” Доцент за кафедрою ядерної фізики, 2014 | 39 | <p>Науково-дослідна робота в міжнародних колабораціях HERA-B та ZEUS (DESY, Німеччина), DZero та DUNE (Fermilab, США), WA105/ProtoDUNE (CERN), Belle та BelleII (KEK, Японія) — експерименти по фізиці високих енергій по дослідженню явищ квантової хромодинаміки, фізики важких кварків, фізики адронних струменів та нейтрино. Всього 135 статей у провідних зарубіжних фахових наукових журналах по ВФЕ -індекс Хірша 35 (є ще десятки статей по ядерній фізиці), доповіді на десятках міжнародних конференцій. Підготовлено до друку навчальний посібник (у спіавт.).</p> <p>Основні публікації:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Measurement of beauty production in deep inelastic scattering at HERA using decays into electrons // European Physical Journal C - Particles and Fields .- Volume 71, Number 2.- 1573. Jan 2011. 34pp.</li> <li>2. Metal foil detectors and their applications // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research - Volume 535, Issues 1-2, 11 December 2004.- Pages 566-569.</li> <li>3. Evidence for a <math>B_{0s\pi^\pm}</math> state, Phys.Rev.Lett. 117 (2016) no.2, 022003</li> <li>4. Study of double parton interactions in diphoton + dijet events in <math>pp</math> collisions at <math>s\sqrt{=1.96}</math> TeV, Phys.Rev. D93 (2016) no.5, 052008</li> </ol> <p>Був керівником численних кваліфікаційних дипломних бакалаврських та магістерських робіт. Робота з аспірантами: мав 3 аспіранти в минулому ф один аспірант зараз. У 2015 аспірантка О.П. Гогога захистила кандидатську дисертацію.</p> |  |
|------------|--------|--|--|----|--|--|

| Члени проектної групи |        |   |  |          |  |  |
|-----------------------|--------|---|--|----------|--|--|
| Онiщук Ю.М.           | доцент | Київський ордена Леніна державний університет ім. Т.Г. Шевченка, 1985 р., спеціальність – ядерна фізика, спеціалізація – фізик – експериментальна ядерна фізика, о. Викладач. | Канд. фіз.-мат. наук, 01.04.16 – фізика ядра та елементарних частинок, 1996<br>„Спектри нейтронів витоку із сферичних оболонок з центральним джерелом 14 МеВ”<br>доцент кафедри ядерної фізики, 2000 | 25 років | Кількість статей у фахових виданнях понад 100, навчальних посібників - 2, керівництво науковою роботою студентів протягом 25 року<br>Основні публікації:<br>1. Application of SSNTD for maintenance of radiation and nuclear safety of the Sarcophagus. <i>Radiat. Measur.</i> , Vol.30 (1999) pp. 709-714.<br>2. Electron and atomic structure of polymers: implication to nuclear tracks formation. <i>Radiation Measurements</i> . Vol. 40, P. 204-212, 2005.<br>3. Production of heavy flavours at HERA // <i>Nucl. Phys. B</i> , Vol.207-208, P.383-386, 2010.<br>4. Measurement of inelastic J/ψ and ψ' photoproduction at HERA // <i>DESY-12-226; JHEP</i> 1302 (2013) 071. - 39 pp.<br>5. Measurement of beauty and charm production in deep inelastic scattering at HERA and measurement of the beauty-quark mass // <i>DESY-14-083; JHEP</i> 1409 (2014) 127. - 56 pp. |  |

|                      |               |   |   |                 |  |   |
|----------------------|---------------|---|---|-----------------|--|---|
| <p>Безшийко О.А.</p> | <p>доцент</p> | <p>Київський університет ім.Тараса Шевченка, фізичний факультет, 1986, Отримана кваліфікація диплом з відзнакою про повну вищу освіту за спеціальністю «експериментальна ядерна фізика» (фізик, викладач)</p> | <p>Канд. фіз.-мат. наук, 01.04.16 – фізика ядра, елементарних частинок і високих енергій, 2006<br/>тема дисертації «Дослідження фотоядерних реакцій на ядрах <math>^{238}\text{U}</math>, <math>^{237}\text{Np}</math>, <math>^{232}\text{Th}</math>, <math>^{123}\text{Sb}</math>, <math>^{121}\text{Sb}</math>, <math>^{118}\text{Sn}</math> з використанням методу ізомерних відношень», доцент за кафедрою ядерної фізики, 2007<br/>Звання доцента<br/>Атестат серія 12ДЦ №041363 від 26 лютого 2015 р.</p> | <p>27 років</p> | <p>Автор більше 90 наукових публікацій, з яких 70 у фахових виданнях, участь у понад 50 конференціях, навчальних посібників (методички) – 5, під керівництвом захищено більше 20 кваліфікаційних робіт бакалаврів, спеціалістів та магістрів.<br/>Основні публікації:<br/>1. D. Attie, S. Barsuk, O. Bezshyyko, L. Burmistrov, A. Chaus, P. Colas, O. Fedorchuk, L. Golinka-Bezshyyko, M. Haranko, V. Krylov, V. Kubytskyi, R. Lopez, H. Monard, D.Sukhonos, M. Titov, D. Tomassini, Al. Variola and V. Rodin. MPGD2015: Low-energy electron source to characterize Micromegas/InGrid and study of <math>dE/dx</math> for low energy electrons // EPJ Web of Conferences 174, 02011 (2018)<br/>2. Fomin, A.S, Korchin, A.Y., Stocchi, A., Bezshyyko, O.A., Burmistrov, L., Fomin, S.P., Kirillin, I.V., Massacrier, L., Natochii, A., Robbe, P., Scandale, W., <a href="#">Shul'ga, N.F.</a>, Feasibility of measuring the magnetic dipole moments of the charm baryons at the LHC using bent crystals // <a href="#">Journal of High Energy Physics</a>, Vol. 2017, Issue 8, № 120, 1 (2017)<br/>3. <a href="#">Design, commissioning and first measurements at the LEETECH spectrometer</a> // Nuclear Physics and Atomic Energy, Vol. 18, issue 3 p. 245–253,(2017)<br/>4. O. Bezshyyko, A. Dovbnya, L. Golinka-Bezshyyko, I. Kadenko, O. Vodin, S. Olejnik, G. Tuller, V. Kushnir, and V. Mitrochenko // 146, 05016 (2017)<br/>5. The active muon shield in the SHiP experiment // Vol 12, Issue 5, 17, P05011 (2017)<br/>6. Challenges in QCD matter physics -- The scientific programme of the Compressed Baryonic Matter experiment at FAIR // <a href="#">European Physical Journal A</a> Vol. 53, Issue 3, 1, , № 60 (2017)<br/>Compressed Baryonic Matter experiment at FAIR // <a href="#">European Physical Journal A</a> Vol. 53, Issue 3, 1, , № 60 (2017)</p> | <p>Стажування в Інституті ядерних досліджень НАН України, 04.09.2017-12.12.2017 р, тема «Прецизійна гамма та альфа спектроскопія ізотопів елементів ядерних матеріалів», наказ №841-32 від 21.09.2017</p> |
|----------------------|---------------|---|---|-----------------|--|---|

|                       |          |  |  |          |  |  |
|-----------------------|----------|--|--|----------|--|--|
| Голінка-Безшийко Л.О. | асистент | Київський університет ім.Тараса Шевченка, фізичний факультет, 1994, Отримана кваліфікація диплом про повну вищу освіту за спеціальністю «Фізика» (фізик, викладач) | Канд. фіз.-мат. наук, 01.04.16 – фізика ядра, елементарних частинок і високих енергій, 2016 тема дисертації «ІЗОМЕРНІ СТАНИ ПРОДУКТІВ ФОТОЯДЕРНИХ РЕАКЦІЙ НА ЯДРАХ З $51 < A > 116$ З МНОЖИННИМ ВИЛЬОТОМ ЧАСТИНОК» | 15 років | <p>Кількість статей у фахових виданнях понад 45, навчальних посібників – 3. Участь у близько 30 конференціях, 1. Основні публікації:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. D. Attie, S. Barsuk, O. Bezshyyko, L. Burmistrov, A. Chaus, P. Colas, O. Fedorchuk, L. Golinka-Bezshyyko, M. Haranko, V. Krylov, V. Kubyskyi, R. Lopez, H. Monard, D.Sukhonos, M. Titov, D. Tomassini, Al. Variola and V. Rodin. MPGD2015: Low-energy electron source to characterize Micromegas/InGrid and study of dE/dx for low energy electrons // EPJ Web of Conferences 174, 02011 (2018)</li> <li>2. <a href="#">Design, commissioning and first measurements at the LEETECH spectrometer</a> // Nuclear Physics and Atomic Energy, Vol. 18, issue 3 p. 245–253,(2017)</li> <li>3. O. Bezshyyko, A. Dovbnya, L. Golinka-Bezshyyko, I. Kadenko, O. Vodin, S. Olejnik, G. Tuller, V. Kushnir, and V. Mitrochenko // 146, 05016 (2017)</li> <li>4. The active muon shield in the SHiP experiment // Vol 12, Issue 5, 17, P05011 (2017)</li> <li>5. Challenges in QCD matter physics -- The scientific programme of the Compressed Baryonic Matter experiment at FAIR // <a href="#">European Physical Journal A</a> Vol. 53, Issue 3, 1, , № 60 (2017)</li> <li>6. Study of low multiplicity electron source LEETECH with diamond detector // <a href="#">Journal of Instrumentation</a> Volume 12, Issue 2, 16, № P02011 (2017)</li> </ol> |  |
|-----------------------|----------|--|--|----------|--|--|

|                |          |   |  |          |   |       |
|----------------|----------|---|--|----------|---|-------|
| Приходько О.О. | асистент | Київський<br>університет імені<br>Тараса<br>Шевченка,<br>фізичний<br>факультет,<br>2003,<br>Фізика ядра і<br>елементарних<br>частинок,<br>фізик, викладач | Канд. фіз.-мат. наук,<br>01.04.02 – теоретична<br>фізика, 2009<br>«Двовимірні локалізовані<br>структури в нелінійних<br>середовищах» | 10 років | <p>Кількість статей у фахових виданнях - 6, методичних посібників – 1, навчальних посібників — 1, участь у 6 міжнародних наукових конференціях.</p> <p>1. Phonon-Josephson resonances in atomtronic circuits / Bidasyuk Y.M., Prihodko O.O., Weyrauch M. // Physical Review A. - 2016. - 94(3). - 033603</p> <p>2. Stable Hopf solitons in rotating Bose-Einstein condensates / Bidasyuk Y.M., Chumachenko A.V., Prihodko O.O., Vilchinskii S.I., Weyrauch M., Yakimenko A.I. // Physical Review A. - 2015. - 92(5). - 053603</p> <p>3. Optical tweezers for vortex rings in Bose-Einstein condensates / Yakimenko A.I., Bidasyuk Y.M., Prihodko O.O., Vilchinskii S.I., Octrovskaya E.A., Kivshar Y.S. // Physical Review A. - 2013. - 88(4). - 043637</p> <p>4. Bright vector solitons in cross-defocusing nonlinear media / Yakimenko A.I., Prihodko O.O., Vilchinskii S.I. // Physical Review E. - 2010. - 82(1). - 016605</p> <p>5. Two-dimensional nonlocal multisolitons / Lashkin V.M., Yakimenko A.I., Prihodko O.O. // Physics Letters A. - 2007. - 366(4). - 422-427</p> <p>6. Dynamics of two-dimensional coherent structures in nonlocal nonlinear media / Yakimenko A.I., Lashkin V.M., Prihodko O.O. // Physical Review E. - 2006. - 73(6). - 066605</p> | ----- |
|----------------|----------|---|--|----------|---|-------|

При розробці проекту Програми враховані вимоги:

освітнього стандарту спеціальності **№104 «Фізика та астрономія»** за **другим** рівнем вищої освіти;



**1. ПРОФІЛЬ ОСВІТНЬО-НАУКОВОЇ ПРОГРАМИ**  
**«Фізика високих енергій»**  
**«High Energy Physics»**  
**зі спеціальності 104 «Фізика та астрономія»**

| <b>1 – Загальна інформація</b>   |   |
|--|---|
| <b>Ступінь вищої освіти та назва кваліфікації</b>  | Друга ступінь вищої освіти<br>спеціальність: №104 Фізика та астрономія<br>спеціалізація: Фізика високих енергій<br>Second degree of higher education<br>speciality №104 "Physics and astronomy"<br>specialization " High Energy Physics "   |
| <b>Мова(и) навчання і оцінювання</b>   | Українська/Ukrainian  |
| <b>Обсяг освітньої програми</b>  | 120 кредитів ECTS, 4 семестри   |
| <b>Тип програми</b>  | освітньо-наукова  |
| <b>Повна назва закладу вищої освіти, а також структурного підрозділу у якому здійснюється навчання</b>   | Київський національний університет імені Тараса Шевченка, фізичний факультет<br>Taras Shevchenko National University of Kyiv,<br>Faculty of Physics   |
| <b>Назва закладу вищої освіти який бере участь у забезпеченні програми (заповнюється для програм подвійного і спільного дипломування)</b>  |   |
| <b>Офіційна назва освітньої програми, ступінь вищої освіти та назва кваліфікації ВНЗ-партнера мовою оригіналу (заповнюється для програм подвійного і спільного дипломування)</b> |   |
| <b>Наявність акредитації</b>   | Акредитація спеціальності 8.04020304 Фізика ядра та фізика високих енергій від 5 жовтня 2012 року протокол № 98.Сертифікат про акредитацію: Серія НД-IV № 1123134.  |
| <b>Цикл/рівень програми</b>  | НРК України – 8 рівень, FQ-EHEA – другий цикл, EQF-LLL – 7 рівень.  |
| <b>Передумови</b>  | Перший рівень вищої освіти (диплом бакалавра)   |
| <b>Форма навчання</b>  | Денна   |
| <b>Термін дії освітньої програми</b>   | 2018-2022   |
| <b>Інтернет-адреса постійного розміщення опису освітньої програми</b>  | <a href="http://www.phys.univ.kiev.ua/">http://www.phys.univ.kiev.ua/</a><br>в Інформаційному пакеті/Каталозі курсів університету   |
| <b>2 – Мета освітньої програми</b>   |   |
| <b>Мета програми (з врахуванням рівня кваліфікації)</b>  | Надати освіту в області фізики та астрономії. Забезпечити фундаментальну теоретичну та практичну підготовку висококваліфікованих спеціалістів, які набудуть глибоких фахових знань для виконання професійних завдань та обов'язків науково-дослідницького й інноваційного характеру у галузі фізики високих енергій із широким доступом до працевлаштування, підготувати студентів із особливим інтересом до областей ядерної фізики для подальшого навчання. |
| <b>3 - Характеристика освітньої програми</b>   |   |

|  |   |
|--|---|
| <b>Предметна область (галузь знань / спеціальність / спеціалізація програми)</b> | 10 Природничі науки<br>104 Фізика та астрономія<br>Фізика високих енергій   |
| <b>Орієнтація освітньо-наукової програми</b>                                     | Освітньо-наукова академічна   |
| <b>Основний фокус освітньо-наукової програми та спеціалізації</b>                | Спеціальна освіта за спеціалізацією «Фізика високих енергій».<br>Ключові слова: кварки, глюони, квантова хромодинаміка, адронні струмені, нейтринні осциляції, колайдер, лептони, адрони, вершинний детектор, трек, канал розпаду частинки, час життя частинки, поперечний диференційний переріз  |
| <b>Особливості програми</b>  | Програма містить як складову компоненту практичної (науково-виробнича, науково-дослідна, переддипломна, асистентська практики) так і науково-дослідної роботи студентів, виконаної самостійно і в наукових лабораторіях, що працюють над широким колом питань у галузі фізики високих енергій.  |
| <b>4 – Придатність випускників до працевлаштування та подальшого навчання</b>    |   |
| <b>Придатність до працевлаштування</b>   | Випускники даної програми можуть працювати в Наукових центрах, науково-дослідних інститутах, установах і лабораторіях Національної Академії Наук України (Інститут ядерних досліджень, Інститут теоретичної фізики, тощо), в відомих закордонних наукових лабораторіях, установах Академії медичних наук, промислових лабораторіях. Робочі місця в університетах або наукових організаціях, в компаніях та малих підприємствах, в інститутах академічного, технологічного та інформаційного сектору, наукові посади в державних установах, діяльність у сфері інформації. |
| <b>Подальше навчання</b>   | можливість для продовження навчання за рівнем «доктор філософії» (третій рівень вищої освіти) (як в межах основної та спорідненої предметної області, так і поза ними)  |
| <b>5 – Викладання та оцінювання</b>  |   |
| <b>Викладання та навчання</b>  | Лекції, семінари, практичні заняття, лабораторні роботи, самостійна робота на основі підручників та конспектів, консультації із викладачами. Проходження науково-виробничої, науково-дослідної, переддипломної та асистентської практик. Під час останнього року половина часу дається на написання завершальної роботи (дипломної), яка також презентується та обговорюється за участі викладачів та одногрупників.  |
| <b>Оцінювання</b>  | Іспити, заліки, диференційовані заліки, лабораторні звіти, усні презентації, поточний   |

|   |  |
|---|--|
|   | контроль, захист практик, випускний іспит, захист магістерської роботи.  |
| <b>6 – Програмні компетентності</b>             |  |
| <b>Інтегральна компетентність</b>               | Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі фізики високих енергій, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань.  |
| <b>Загальні компетентності (ЗК)</b>             | <p>Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. <b>(ЗК1)</b></p> <p>Навички використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій. <b>(ЗК2)</b></p> <p>Проведення самостійних досліджень на сучасному рівні. <b>(ЗК3)</b></p> <p>Пошук, обробка на аналіз інформації з різних джерел. <b>(ЗК4)</b></p> <p>Вміння працювати в міжнародному науковому просторі. <b>(ЗК5)</b></p> <p>Вміння використовувати професійно-профільовані знання в галузі фізики. <b>(ЗК6)</b></p> <p>Розробляти алгоритми, використовуючи основні методи програмування та моделювання у фізиці. <b>(ЗК7)</b></p> <p>Уміння застосовувати знання в галузі методів вимірювання у фізиці <b>(ЗК8)</b></p>  |
| <b>Фахові компетентності спеціальності (ФК)</b> | <p>Володіння принципами опису структури частинок в рамках Стандартної моделі <b>(ФК1)</b>.</p> <p>Володіння методами дослідження частинок із різним кварковим складом <b>(ФК2)</b>.</p> <p>Здатність застосовувати сучасні експериментальні методи дослідження елементарних частинок та каналів їх розпаду <b>(ФК3)</b>.</p> <p>Здатність застосовувати знання теорій опису фізичних властивостей елементарних частинок та процесів взаємодії <b>(ФК4)</b>.</p> <p>Здатність застосовувати знання з фізики різних видів детекторів (кремнієвих піксельних та смужкових, газових, сцинтиляційних,) <b>(ФК5)</b>.</p> <p>Здатність застосовувати знання основ квантової хромодинаміки <b>(ФК6)</b>.</p> <p>Здатність застосовувати знання з оптичних та фотоелектричних явищ в детекторах ФВЕ. <b>(ФК7)</b>.</p> <p>Здатність застосовувати знання з нейтринної фізики <b>(ФК8)</b>.</p> <p>Здатність застосовувати знання методів реконструкції треків <b>(ФК9)</b>.</p> <p>Здатність застосовувати знання з ядерної фізики <b>(ФК10)</b>.</p> <p>Здатність застосовувати знання методів прискорення частинок, обчислення світимості <b>(ФК11)</b>.</p> <p>Здатність застосовувати знання з фізики тригерів на основі електронних та програмних методів</p> |

|   |  |
|---|--|
|   | <p><b>(ФК12).</b><br/>Здатність застосовувати знання в галузі методів вимірювання фізичних властивостей елементарних частинок <b>(ФК13).</b><br/>Здатність використовувати знання й уміння в галузі практичного використання комп'ютерних технологій для дослідження процесів в ФВЕ <b>(ФК14).</b></p>   |
| <b>7 – Програмні результати навчання</b>    |  |
| <p><b>Програмні результати навчання</b></p> | <p><b>ПРН 1 Знання.</b><br/>ПРН 1.1. Знати основи методології та організації наукових досліджень, основи інтелектуальної власності.<br/>ПРН 1.2. Основи професійної та корпоративної етики;<br/>ПРН 1.3. Застосовувати методи опису процесів непружного розсіювання частинок на колайдерах .<br/>ПРН 1.4. Знати принципи дії, призначення та точність основних типів детекторів в фізиці високих енергій, а також можливості і межі їх застосування;<br/>ПРН 1.5. Володіти основними теоретичними методами досліджень атомних ядер, основними моделями атомного ядра, методами досліджень ядерних реакцій, стандартними моделями елементарних частинок та космології<br/>ПРН 1.6. Знати методи отримання первинної інформації в детекторі про імпульси, енергію і заряд частинок, народжених при взаємодії.<br/>ПРН 1.7. Проводити обчислення інваріанти маси частинки по імпульсу і масі дочірніх продуктів розпаду материнської частинки;<br/>ПРН 1.8. Використовувати методи дослідження нейтральних частинок за допомогою калориметричних систем;<br/>ПРН 1.9. Проводити дослідження реакцій із народженням нейтрино, які не реєструються детекторами ФВЕ на колайдерах і виносять частину енергії і імпульсу поза детектор;<br/>ПРН 1.10.Проводити методами тригерування процесів з відбором подій, які цікаві для дослідження і відкиданням фонових подій.<br/>ПРН 1.11. Застосовувати методи ідентифікації типу частинок по питомим енергетичним втратам, в детекторі Черенкова та інш.<br/>ПРН 1.12. Застосовувати основи Стандартної моделі, квантової хромодинаміки, нейтринної фізики для розрахунків енергетичних втрат при взаємодії частинок під час проходження крізь речовину,.<br/>ПРН 1.13. Проводити аналітичні та чисельні методи опису кінетики процесу взаємодії і розпаду</p> |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>частинок.</p> <p>ПРН 1.14. Застосовувати сучасні методи програмування на мові C, C++ та Python з пакетом ROOT;</p> <p><b>ПРН 2. Вміння.</b></p> <p>ПРН 2.1. Вміти визначати тип частинок, утворених в реакції взаємодії і реконструювати розпад частинок;</p> <p>ПРН 2.2. Вміти будувати діаграми із спектрами кінематичних параметрів народжених частинок;</p> <p>ПРН 2.3. Вміти розраховувати поперечні перерізи різних типів процесів з використанням методу моделювання взаємодії і детектора методами Монте-Карло.</p> <p>ПРН 2.4. Вміти формулювати основні фізичні принципи процесів на кварковому рівні;</p> <p>ПРН 2.5. Вміти оцінювати точність основних експериментальних методів спостереження, обраховуючи статистичну та систематичні похибки.</p> <p>ПРН 2.6. Вміти експериментально визначати кваркову структуру частинок і вимірювати ймовірності розпаду по різних каналам;</p> <p>ПРН 2.7. Вміти встановлювати причинно-наслідковий зв'язок між статичними та динамічними характеристиками частинок.</p> <p>ПРН 2.8. Вміти проводити розрахунки з використанням методу збурень по теоретичним моделям.</p> <p>ПРН 2.9. Вміти використовувати віртуальний детектор для обчислення акцептанта реєстрації подій та ефективності реєстрації частинок, адронних струменів, та інших процесів;</p> <p>ПРН 2.10. Вміти визначати метод розрахунку, необхідний для розв'язку конкретної наукової проблеми відповідно до типу процесу і особливості детектування.</p> <p>ПРН 2.11. Вміти обирати відповідні програмні пакети для наукових розрахунків.</p> <p><b>ПРН 3. Комунікація.</b></p> <p>ПРН 3.1. Вміти презентувати результати своїх досліджень на наукових конференціях, семінарах, практично використовувати іноземну мову (в першу чергу - англійську) у науковій діяльності;</p> <p>ПРН 3.2. Формулювати висновки фізичних досліджень у формі, що відповідає можливостям сприйняття не спеціалістів</p> <p><b>ПРН 4 Відповідальність.</b></p> <p>ПРН.4.1. Аналізувати наукові праці, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання;</p> <p>ПРН 4.2. Здійснювати моніторинг наукових</p> |
|--|--|

|   |  |
|---|--|
|   | джерел інформації відносно досліджуваної проблеми;<br>ПРН 4.3. Здійснювати процедуру встановлення цінності джерел наукової інформації шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами;<br><b>ПРН 5 Інтегральна компетентність.</b><br>ПРН.5.1. Знати ґрунтовні знання предметної області та розуміння професії;<br>ПРН 5.2. Знати праці провідних вчених та фундаментальні праці у галузі дослідження, формулювати мету власного наукового дослідження.<br>ПРН 5.3. Вміти критично аналізувати, здійснювати оцінку і синтез нових ідей |
| <b>8 – Ресурсне забезпечення реалізації програми</b>                                  |  |
| <b>Специфічні характеристики кадрового забезпечення</b>                               | Запрошуються висококваліфіковані фахівці з інститутів НАН України для читання окремих спеціалізованих курсів.  |
| <b>Специфічні характеристики матеріально-технічного забезпечення</b>                  | Виконання навчальних практик та магістерських дипломів забезпечується технічною базою кафедри, інститутами НАНУ та науковими інститутами за кордоном..   |
| <b>Специфічні характеристики інформаційного та навчально-методичного забезпечення</b> | Для забезпечення ефективного навчального процесу студентам надається вільний доступ до провідних закордонних видань в області природничих наук: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Електронна база факультету.</li> <li>2. Мають можливості працювати по віддаленому доступу, або під час візитів, на комп'ютерах наукових центрів DESY (Німечина), Fermilab (США), CERN(Швейцарія), KEK (Японія) , а також мережі GRID з використанням сучасного програмного забезпечення, розробленого в цих центрах.</li> </ol>              |
| <b>9 – Академічна мобільність</b>   |  |
| <b>Національна кредитна мобільність</b>   | -  |
| <b>Міжнародна кредитна мобільність</b>  | -  |
| <b>Навчання іноземних здобувачів вищої освіти</b>                                     | Навчання іноземних здобувачів на загальних умовах.   |

## 2. ПЕРЕЛІК КОМПОНЕНТ ОСВІТНЬО-НАУКОВОЇ ПРОГРАМИ ТА ЇХ ЛОГІЧНА ПОСЛІДОВНІСТЬ

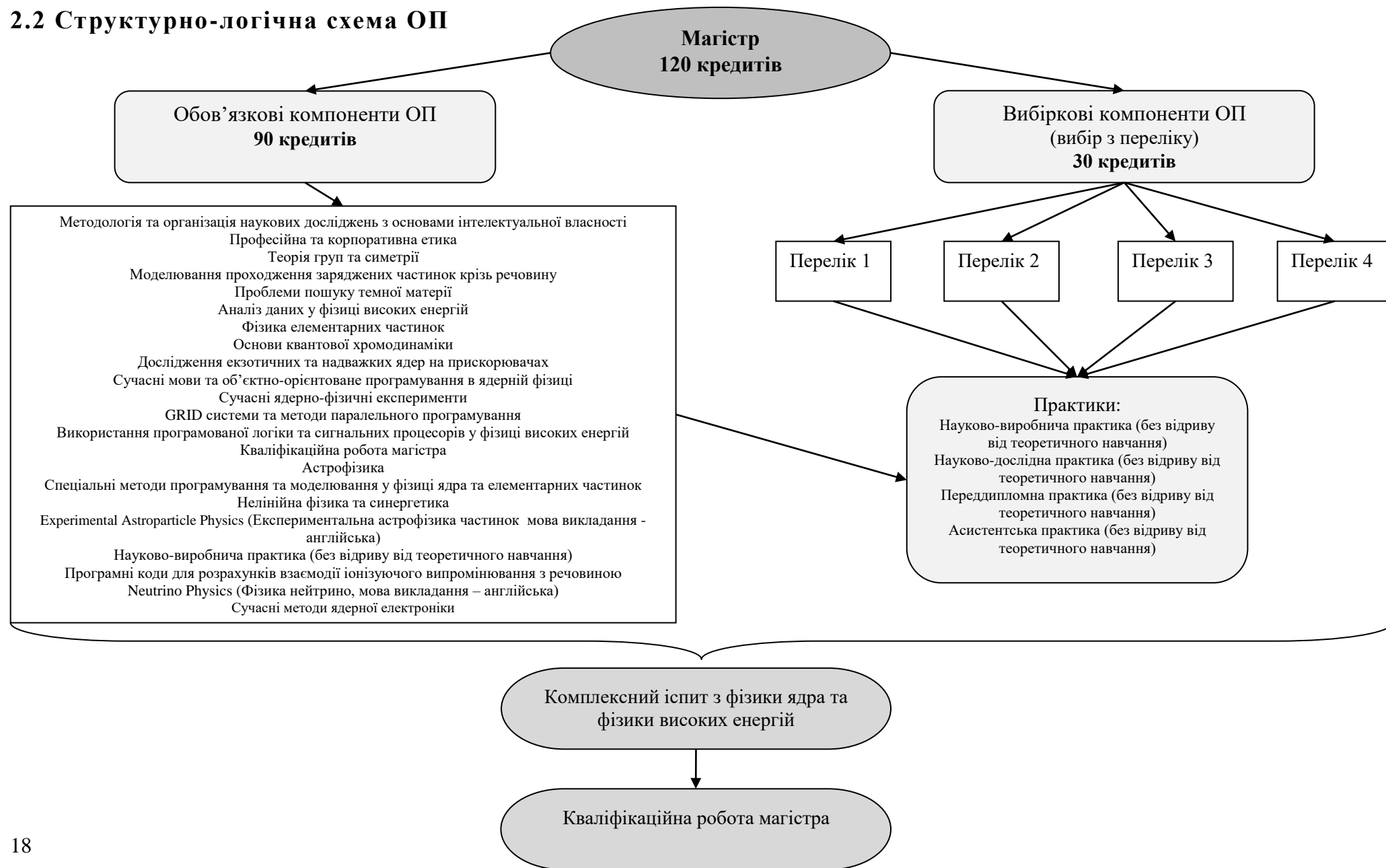
### 2.1 Перелік компонент ОП

| Код н/д  | Компоненти освітньої програми<br>(навчальні дисципліни, курсові проекти (роботи),<br>практики, кваліфікаційна робота) | Кількість<br>кредитів | Форма<br>підсумкового<br>контролю |
|--|---|-----------------------|-----------------------------------|
| 1  | 2   | 3                     | 4                                 |
| <b>Обов'язкові компоненти ОП</b>               |   |                       |                                   |
| ОК 1.  | Методологія та організація наукових досліджень з основами інтелектуальної власності                                   | 3,0                   | Залік                             |
| ОК 2.  | Професійна та корпоративна етика  | 3,0                   | Залік                             |
| ОК 3.  | Теорія груп та симетрії   | 3,0                   | Залік                             |
| ОК 4.  | Моделювання проходження заряджених частинок крізь речовину  | 3,0                   | іспит                             |
| ОК 5.  | Проблеми пошуку темної матерії  | 3,0                   | іспит                             |
| ОК 6.  | Аналіз даних у фізиці високих енергій   | 3,0                   | Залік                             |
| ОК 7.  | Фізика елементарних частинок  | 6,0                   | іспит                             |
| ОК 8.  | Основи квантової хромодинаміки  | 3,0                   | іспит                             |
| ОК 9.  | Дослідження екзотичних та надважких ядер на прискорювачах   | 3,0                   | іспит                             |
| ОК 10.   | Сучасні мови та об'єктно-орієнтоване програмування в ядерній фізиці   | 6,0                   | іспит                             |
| ОК 11.   | Сучасні ядерно-фізичні експерименти   | 3,0                   | Залік                             |
| ОК 12.   | GRID системи та методи паралельного програмування   | 3,0                   | Залік                             |
| ОК 13.   | Використання програмованої логіки та сигнальних процесорів у фізиці високих енергій                                   | 6,0                   | іспит                             |
| ОК 14.   | Кваліфікаційна робота магістра  | 12,0                  | Захист                            |
| ОК 15.   | Астрофізика   | 3,0                   | іспит                             |
| ОК 16.   | Нелінійна фізика та син енергетика  | 3,0                   | Залік                             |
| ОК 17.   | Спеціальні методи програмування та моделювання у фізиці ядра та елементарних частинок                                 | 6,0                   | іспит                             |
| ОК 18.   | Науково-виробнича практика (без відриву від теоретичного навчання)  | 3,0                   | Диференційований залік            |
| ОК 19.   | Програмні коди для розрахунків взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною                                       | 6,0                   | іспит                             |
| ОК 20.   | Neutrino Physics (Фізика нейтрино, мова викладання – англійська)  | 3,0                   | Залік                             |
| ОК 21.   | Сучасні методи ядерної електроніки  | 3,0                   | Залік                             |
| ОК 22.   | Experimental Astroparticle Physics (Експериментальна астрофізика частинок мова викладання - англійська)               | 3,0                   | Залік                             |
| <b>Загальний обсяг обов'язкових компонент:</b> |   | <b>90,0</b>           |                                   |
| <b>Вибіркові компоненти ОП</b>                 |   |                       |                                   |
| Перелік 1 (студент обирає 1 дисципліну)        |   |                       |                                   |
| ВБ 1.1.  | Сучасні методи квантової теорії поля в фізиці твердого тіла   | 3,0                   | Залік                             |
| ВБ 1.2.  | Сучасні проблеми і перспективи розвитку ЯПЦ та поводження з РАВ   | 3,0                   | Залік                             |

|  |  |              |                        |
|--|--|--------------|------------------------|
| ВБ 1.3.  | Фізика В-мезонів   | 3,0          | Залік                  |
| Перелік 2,3,4<br>(студент обирає 2 або більше дисципліни з кожного переліку) |  |              |                        |
| Перелік 2.1  |  |              |                        |
| ВБ 2.1   | Сучасні проблеми фізики високих енергій                                  | 3,0          | іспит                  |
| ВБ 2.2   | Асистентська практика (без відриву від теоретичного навчання)            | 3,0          | Диференційований залік |
| Перелік 2.2  |  |              |                        |
| ВБ 2.3   | Нова фізика високих енергій  | 3,0          | іспит                  |
| ВБ 2.4   | Тьюторська практика (без відриву від теоретичного навчання)              | 3,0          | Диференційований залік |
| Перелік 3.1  |  |              |                        |
| ВБ 3.1   | Сучасні комп'ютерні технології у фізиці ядра та елементарних частинок    | 6,0          | Залік                  |
| ВБ 3.2   | Науково-дослідна практика (без відриву від теоретичного навчання)        | 3,0          | Диференційований залік |
| Перелік 3.2  |  |              |                        |
| ВБ 3.3.  | Програмно-комп'ютерні комплекси для фізики високих енергій               | 6,0          | Залік                  |
| ВБ 3.4.  | Практика в наукових лабораторіях (без відриву від теоретичного навчання) | 3,0          | Диференційований залік |
| <i>Перелік 4.1</i>   |  |              |                        |
| ВБ 4.1.  | Переддипломна практика (без відриву від теоретичного навчання)           | 6,0          | диференційований залік |
| ВБ 4.2.  | Спеціальний науковий семінар з фізики                                    | 6,0          | залік                  |
| <i>Перелік 4.2</i>   |  |              |                        |
| ВБ 4.3.  | Практика з фаху (без відриву від теоретичного навчання)                  | 6,0          | диференційований залік |
| ВБ 4.4.  | Науковий семінар за спеціальністю  | 6,0          | залік                  |
| ...  |  |              |                        |
| <b>Загальний обсяг вибіркового компонент:</b>                                |  | <b>30,0</b>  |                        |
| <b>ЗАГАЛЬНИЙ ОБСЯГ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ</b>                                    |  | <b>120,0</b> |                        |



## 2.2 Структурно-логічна схема ОП



### 3. ФОРМА АТЕСТАЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Атестація випускників освітньої програми «Фізика високих енергій» спеціальності №104 "Фізика та астрономія" проводиться у формі публічного захисту кваліфікаційної магістерської роботи, складання комплексного іспиту та завершується видачею документу встановленого зразка про присудження йому ступеня магістра із присвоєнням кваліфікації: магістр з "Фізики та астрономії" за спеціалізацією «Фізика високих енергій», професійної кваліфікації: 2111.2 фізик, 2111.1 молодший науковий співробітник.

Професійна кваліфікація присвоюється окремим рішенням екзаменаційної комісії на підставі:

1. успішного оволодіння компетентностями блоку дисциплін вільного вибору студента за програмою підготовки з оцінками не нижче 70 балів;

2. проходження всіх практик, передбачених навчальним планом, з оцінками не нижче 75 балів;

3. підсумкова атестація з оцінками не нижче 75 балів.

Кваліфікаційна робота магістра є завершеною розробкою, що відображає інтегральну компетентність її автора. У кваліфікаційній роботі повинні бути викладені результати експериментальних та теоретичних досліджень, проведених із застосуванням положень і методів ядерної фізики.

Кваліфікаційна робота має бути перевірена на плагіат.

Кваліфікаційна робота або її анотація має бути розміщена на сайті закладу вищої освіти або його підрозділу, або у депозитарії закладу вищої освіти.

Оприлюднення кваліфікаційних робіт, що містять інформацію з обмеженим доступом, здійснювати у відповідності до вимог чинного законодавства.

Мета комплексного іспиту з фаху полягає у встановленні відповідного рівня вимогам освітньо-наукової програми, необхідних для присвоєння йому кваліфікації магістра за спеціалізацією «Фізика високих енергій». Для успішного складання комплексного іспиту з фаху та отримання освітнього ступеня магістра за спеціалізацією «Фізика високих енергій» студенти повинні володіти знаннями в галузі ядерної фізики.

Під час атестації випускників освітньої програми «Фізика високих енергій» перевіряються наступні програмні результати:

1. Володіти прийомами аналізу достовірності фізичних моделей для розв'язання прикладних задач в області фізики високих енергій.
2. Вміти визначати метод розрахунку, необхідний для розв'язку конкретної наукової проблеми відповідно до типу процесу і особливості детектування.
3. Застосовувати сучасні методи програмування на мові C, C++ та Python з пакетом ROOT.
4. Вміти оцінювати точність основних експериментальних методів спостереження, обраховуючи статистичну та систематичні похибки.
5. Вміти обирати відповідні програмні пакети для наукових розрахунків.
6. Проводити аналітичні та чисельні методи опису кінетики процесу взаємодії і розпаду частинок.
7. Володіти основними теоретичними методами досліджень атомних ядер, основними моделями атомного ядра, методами досліджень ядерних реакцій, стандартними моделями елементарних частинок та космології.
8. Володіти сучасними комп'ютерними технологіями у фізиці ядра та елементарних частинок.
9. Володіти здатністю презентувати результати своїх досліджень.
10. Проводити аналіз, синтез, творче осмислення, оцінювання та систематизацію різноманітних інформаційних джерел для проведення наукових досліджень із використанням новітніх методів, технологій

#### 4. МАТРИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ КОМПОНЕНТАМ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

|       | 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 | ББ 1.1 | ББ 1.2 | ББ 1.3 | ББ 2.1 | ББ 2.2 | ББ 2.3 | ББ 2.4 | ББ 3.1 | ББ 3.2 | ББ 3.3 | ББ 3.4 | ББ 4.1 | ББ 4.2 | ББ 4.3 | ББ 4.4 |   |   |  |   |  |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|--|---|--|
| ЗК 1  | +    | +    |      |      |      |      |      |      |      |       | +     | +     | +     |       |       |       |       | +     |       |       | +     |       | +      | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |   | + |  |   |  |
| ЗК 2  | +    | +    | +    |      |      |      |      | +    | +    | +     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   |  | + |  |
| ЗК 3  |      |      |      |      | +    | +    | +    | +    |      |       |       |       |       | +     |       |       |       |       | +     |       |       |       |        |        | +      | +      |        |        |        |        |        |        |        | +      |        | +      | +      | + |   |  |   |  |
| ЗК 4  | +    | +    | +    |      |      |      | +    | +    |      |       |       |       | +     |       | +     |       |       |       |       |       |       |       |        | +      |        |        |        |        |        | +      |        |        |        |        | +      | +      | +      | + |   |  |   |  |
| ЗК 5  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | +     |       |       |       |        |        |        | +      | +      |        |        |        |        |        |        |        | +      | +      | +      |   |   |  |   |  |
| ЗК 6  |      |      | +    |      |      |      |      |      |      | +     | +     | +     | +     |       |       |       |       |       | +     | +     |       |       |        |        |        | +      | +      | +      |        |        |        |        |        |        | +      | +      | +      |   |   |  |   |  |
| ЗК 7  |      |      | +    |      |      |      |      |      |      | +     |       | +     | +     |       |       |       |       |       | +     | +     |       |       |        |        |        | +      | +      |        |        |        |        |        |        |        | +      | +      | +      |   |   |  |   |  |
| ЗК 8  |      |      | +    | +    |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        | +      | +      |        |        |        |        |        |        |        | +      | +      |        |   |   |  |   |  |
| ФК 1  |      |      |      | +    | +    |      | +    | +    | +    |       | +     |       |       |       | +     | +     |       |       |       |       | +     |       | +      | +      |        |        | +      | +      |        | +      | +      |        |        |        |        | +      | +      | + |   |  |   |  |
| ФК 2  |      |      |      |      | +    |      | +    |      |      | +     |       |       |       |       | +     | +     |       |       |       | +     | +     |       | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | +      | +      |        |        | + | + |  |   |  |
| ФК 3  |      |      |      | +    | +    |      | +    |      | +    | +     | +     |       | +     |       |       |       | +     |       |       |       | +     |       |        |        |        | +      | +      |        | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   |  |   |  |
| ФК 4  |      |      |      | +    |      |      |      |      |      |       | +     |       |       | +     |       |       |       |       |       |       | +     |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   |  |   |  |
| ФК 5  |      |      |      | +    |      |      |      |      | +    |       |       |       | +     | +     |       |       |       |       | +     | +     |       | +     |        |        | +      | +      | +      |        |        |        | +      | +      |        |        |        |        |        |   |   |  |   |  |
| ФК 6  |      |      | +    |      |      | +    | +    | +    |      |       | +     |       | +     |       |       | +     |       |       |       | +     | +     |       |        | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | +      | +      |        |   |   |  |   |  |
| ФК 7  |      |      |      | +    |      |      | +    |      | +    |       |       | +     |       | +     | +     |       |       |       |       |       |       |       | +      |        |        | +      | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   |  |   |  |
| ФК 8  |      |      |      | +    |      | +    | +    | +    | +    |       | +     | +     | +     |       | +     | +     |       |       | +     | +     |       |       | +      |        | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   |  |   |  |
| ФК 9  |      |      |      | +    | +    | +    | +    |      | +    |       | +     |       |       |       | +     |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   |  |   |  |
| ФК 10 |      |      | +    |      |      |      |      |      |      |       |       |       | +     |       | +     |       |       |       |       |       |       |       |        | +      | +      | +      | +      |        |        |        |        |        |        |        | +      | +      | +      |   |   |  |   |  |
| ФК 11 |      |      |      | +    | +    | +    | +    |      | +    | +     | +     |       |       |       |       | +     |       |       | +     | +     |       |       | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   |  |   |  |
| ФК 12 |      |      |      |      |      |      |      |      | +    |       |       |       | +     | +     |       | +     |       |       |       |       |       | +     |        |        |        |        | +      | +      |        |        |        |        |        |        | +      | +      | +      |   |   |  |   |  |
| ФК 13 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | +     |       |       | +     | +     |       | +     |       |       |       |       |       |       |        | +      | +      |        |        | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   |  |   |  |
| ФК 14 |      |      |      | +    | +    | +    | +    |      |      | +     |       |       | +     | +     |       |       |       |       |       | +     | +     |       |        | +      | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |        | +      |        |        |   |   |  |   |  |

**5. МАТРИЦЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ (ПРН) ВІДПОВІДНИМИ КОМПОНЕНТАМИ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ**

|         | 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 | ВБ 1.1 | ВБ 1.2 | ВБ 1.3 | ВБ 2.1 | ВБ 2.2 | ВБ 2.3 | ВБ 2.4 | ВБ 3.1 | ВБ 3.2 | ВБ 3.3 | ВБ 3.4 | ВБ 4.1 | ВБ 4.2 | ВБ 4.3 | ВБ 4.4 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ПРН1.1  | +    | +    |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       | +     | +     |       |       |       |       | +     |       |       |        | +      |        |        |        |        | +      |        |        |        | +      |        |        |        |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН1.2  | +    | +    |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       | +     | +     |       |       |       |       |       | +     |       |        |        | +      |        |        |        | +      |        |        |        |        |        |        |        | +      |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН1.3  |      |      | +    |      |      |      |      |      | +    | +     | +     |       |       |       |       | +     | +     |       |       | +     | +     |       |        | +      | +      | +      |        |        | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН1.4  |      |      |      |      | +    | +    |      | +    | +    | +     | +     | +     |       | +     | +     | +     | +     |       |       | +     | +     |       |        | +      | +      |        |        |        | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН1.5  |      |      |      |      | +    | +    | +    | +    | +    | +     |       | +     |       | +     | +     | +     | +     |       |       | +     | +     |       |        | +      |        |        |        |        | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   | + |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН1.6  |      |      | +    |      |      |      | +    | +    |      |       | +     |       |       |       |       | +     | +     |       |       | +     | +     |       |        | +      |        |        |        |        | +      | +      | +      | +      | +      |        |        |        |        |   |   | + |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН1.7  |      |      |      |      | +    |      | +    | +    |      |       | +     |       |       |       | +     | +     | +     |       |       |       | +     |       |        |        |        |        | +      | +      |        |        |        |        |        |        |        | +      |        |   |   | + |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН1.8  |      |      | +    | +    | +    | +    | +    | +    |      |       |       |       |       | +     | +     |       |       |       |       | +     | +     |       |        | +      | +      | +      |        |        |        | +      |        |        |        |        |        | +      |        |   |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН1.9  |      |      | +    | +    | +    | +    |      |      |      |       |       |       |       |       | +     |       |       |       | +     | +     |       |       |        | +      | +      | +      |        |        | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН1.10 |      |      | +    |      |      | +    | +    |      | +    |       | +     | +     |       |       | +     | +     |       |       | +     | +     |       | +     |        | +      | +      | +      |        |        | +      |        |        |        |        |        | +      | +      |        |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН1.11 |      |      |      |      |      | +    | +    | +    | +    |       |       | +     |       |       | +     | +     | +     | +     |       | +     | +     |       |        | +      | +      |        |        |        | +      | +      | +      | +      | +      |        |        |        | +      | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН1.12 |      |      | +    |      |      |      |      |      | +    | +     | +     |       |       |       | +     | +     | +     |       |       |       |       |       | +      | +      | +      |        |        |        | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | + | + | + | + | + | + | + |   |   |   |   |   |   |
| ПРН1.13 | +    | +    | +    | +    |      | +    |      |      |      | +     | +     |       | +     | +     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН1.14 |      |      | +    | +    | +    | +    |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | +      | +      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | + |   |   | + |   | + |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН2.1  |      |      | +    |      |      |      |      | +    | +    | +     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        | +      |        |        | +      | +      |        |        |        |        |        |   | + |   |   | + |   | + |   |   |   |   |   |   |
| ПРН2.2  |      |      |      |      |      | +    |      |      | +    | +     | +     |       |       |       | +     | +     | +     |       |       | +     |       | +     |        |        |        |        |        | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | + | + | + | + | + | + | + | + | + |   |   |   |   |
| ПРН2.3  |      |      | +    | +    | +    | +    | +    | +    |      |       |       |       | +     | +     | +     |       |       |       |       | +     |       | +     |        |        | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |   |   |   |
| ПРН2.4  |      |      | +    | +    | +    |      | +    | +    | +    | +     |       |       |       |       | +     | +     | +     | +     | +     |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН2.5  |      |      |      |      |      |      | +    | +    | +    | +     | +     |       |       |       |       |       |       |       | +     | +     | +     | +     | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |   |   |
| ПРН2.6  |      |      | +    | +    | +    | +    |      | +    |      |       |       |       |       |       | +     | +     |       | +     |       | +     | +     | +     | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ПРН2.7  | + | + | + | + |   |   |   |   |   |   | + | + | + | + | + |   |   |   |   |   | + | + |   | + |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПРН2.8  |   |   |   |   |   |   | + |   | + | + | + | + |   |   |   | + | + |   |   |   |   | + | + |   | + |   |   | + | + |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |
| ПРН2.9  |   |   | + | + | + | + |   | + | + |   | + |   | + | + | + | + | + |   |   |   |   |   | + | + |   |   |   |   | + |   | + | + | + |   |   |   |   |   |   |
| ПРН2.10 |   |   |   | + |   | + |   | + | + |   |   |   | + | + | + |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |   |   | + | + |   | + |   |   | + | + |   |   |   |   |
| ПРН2.11 | + | + |   |   |   | + |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | + |   | + | + |   | + |   | + | + | + | + | + | + |   |   |   |   | + | + |   |   |   |   |
| ПРН3.1  |   |   |   |   |   | + | + | + | + |   |   | + | + | + | + |   |   | + |   | + |   |   |   | + | + | + |   | + | + |   |   | + | + | + | + |   |   |   |   |
| ПРН3.2  | + | + | + | + |   |   | + |   | + |   |   | + |   | + |   |   |   | + | + | + | + | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   | + | + | + |   |   |   |   |   |
| ПРН4.1  | + | + | + | + |   |   | + |   | + | + | + | + | + |   | + | + | + |   |   |   |   |   |   | + | + | + | + |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |   |   |
| ПРН4.2  | + |   |   | + |   | + | + | + |   | + | + | + | + | + | + |   |   | + | + |   | + | + | + |   |   |   |   |   |   | + | + | + | + | + |   |   |   |   |   |
| ПРН4.3  | + | + | + |   | + | + |   |   |   |   |   | + | + |   |   |   |   | + | + | + | + |   |   |   | + | + | + | + |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |   |
| ПРН5.1  |   |   |   |   |   | + |   |   | + | + |   | + | + | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   | + | + | + |   | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |   |   |
| ПРН5.2  | + | + |   |   |   | + | + | + | + | + |   |   |   |   |   | + | + | + | + |   |   |   |   | + | + | + | + | + | + | + |   |   |   | + | + | + | + |   |   |
| ПРН5.3  | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + | + | + | + | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + | + | + |   |   | + | + | + | + |