**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Володимир БУГРОВ

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 р.

**ОСВІТНЬО*-*НАУКОВА****ПРОГРАМА**

**«****Фізика наносистем»**

**Рівень вищої освіти: другий**

**на здобуття освітньо-наукового ступеня магістр**

**за спеціальністю Е5 «Фізика та астрономія»**

**галузі знань Е «Природничі науки, математика та статистика»**

Розглянуто та затверджено

на засіданні Вченої ради

від «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 р.

протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Введено в дію наказом ректора

від «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_2025 р.

за №\_\_\_\_\_

Київ 2025 р.

**ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ**

**освітньо-наукової програми**

**«Фізика наносистем»**

**1.1 Науково-методична рада:** протокол №\_\_\_\_\_\_\_ від «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 р.  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(висновок, особливі умови, за наявності)

Голова науково-методичної ради \_\_Андрій ГОЖИК\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**2.1 Планово-фінансовий відділ:**  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(висновок, особливі умови, за наявності)

Начальник відділу \_Ірина ДЬОЛОГ «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 р.

**2.2 Навчально-методичний відділ:**  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(висновок, особливі умови, за наявності)

Керівник відділу Андрій ПИЖИК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 р.

**2.3 Відділ забезпечення якості освіти:**  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(висновок, особливі умови, за наявності)

Начальник відділу Дарія ЩЕГЛЮК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 р.

**4.1 Вчена рада фізичного факультету\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(найменування факультету/інституту)

Протокол № \_\_\_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 р. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(висновок, особливі умови, за наявності)

Голова вченої ради Василь ІВЧЕНКО \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**4.2 Науково-методична комісія фізичного факультету\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(найменування факультету/інституту)

Протокол № \_\_\_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 р. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(висновок, особливі умови, за наявності)

Голова НМК Олег ОЛІХ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Розробники:**

Керівник проєктної групи: Микола БОРОВИЙ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

( ім’я, прізвище)

Професор, д.ф.-м.н., професор\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_ 2025 р.

(посада, науковий ступінь, вчене звання) (підпис)

Члени проєктної групи:

1. Олег ОЛІХ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

( ім’я, прізвище)

Зав. каф. загальної фізики, д.ф.-м.н., професор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_ 2025 р.

(посада, науковий ступінь, вчене звання) (підпис)

1. Василь КУРИЛЮК\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

( ім’я, прізвище)

Зав. каф. фізики металів, к.ф.-м.н., доцент\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 р.

( посада, науковий ступінь, вчене звання) (підпис)

1. Олег КОРОТЧЕНКОВ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

( ім’я, прізвище)

Професор, д.ф.-м.н., професор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 р.

(посада, науковий ступінь, вчене звання) (підпис)

1. Інна ПЛЮЩАЙ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

( ім’я, прізвище)

Доцент, к.ф.-м.н., доцент\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_ 2025 р.

(посада, науковий ступінь, вчене звання) (підпис)

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВНУТРІШНЮ ТА ЗОВНІШНЮ АПРОБАЦІЮ**

* + - 1. Рецензія на освітньо-наукову програму «Фізика наносистем» на здобуття освітньо-наукового ступеня «магістр» за спеціальністю Е5 «Фізика та астрономія» галузі знань Е «Природничі науки, математика та статистика», розроблену на фізичному факультеті Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Автор: Зауличний Ярослав Васильович, професор кафедри фізики високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», доктор фіз.-мат. наук, професор.

Рецензія позитивна.

Дата: 10.02.2025р.

* + - 1. Рецензія на освітньо-наукову програму «Фізика наносистем» на здобуття освітньо-наукового ступеню «магістр» за спеціальністю Е5 «Фізика та астрономія», розроблену на фізичному факультеті Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Автор: Рудь Олександр Дмитрович, завідувач відділу фізики дисперсних систем №56, Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, доктор фіз.-мат. наук, професор.

Рецензія позитивна.

Дата: 04.02.2025р.

**ПЕРЕДМОВА**

Розроблено проєктною групою в складі:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Прізвище, ім’я, по батькові керівника та членів проєктної 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 та/або професійну діяльність, яка відповідає предметній області програми (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)** |
| **Керівник проєктної групи** |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Боровий Микола Олександрович** | професор кафедри загальної фізики | Київський державний університет імені Т.Г.  Шевченка, фізичний факультет,  1979,  кріогенне матеріалознавство  фізик, викладач. | Доктор фіз.-мат. наук,  01.04.07 – фізика твердого тіла, 2011  01.04.07 –фізика твердого тіла,  “Біляпорогова кратна іонізація внутрішніх оболонок атомів кремнію та 3d-, 5d- металів”  Професор за кафедрою загальної фізики, 2018 р. | 41/43  років | Науково-дослідницька робота з рентгенівської дифрактометрії фазових перетворень у напівпровідникових та вуглецевих композитних системах, рентгенівська емісійна спектроскопія металів та напівпровідників.  Всього понад 80 статей у фахових наукових журналах та понад 70 доповідей на наукових конференціях, 13 навчальних посібників, 3 навчально-методичні праці.  Основні публікації:  1.Nanocarbon/Co3O4 /Epoxy Composites for Microwave Shielding and Absorption. *Advanced Engineering Materials.* 2024, [V. 26,  Iss. 9](https://onlinelibrary.wiley.com/toc/15272648/2024/26/9), p. 2400224 (12).  2. [Thermal transport properties of porous silicon filled by ionic liquid nanocomposite system](https://doi.org/10.1038/s41598-023-32834-8). *Scientific Reports,* 2023, Apr11;13(1), P. 5889.  3. Structure and magnetic properties of MWCNTs decorated by NiFe, CoFe, NiCo nanoparticles. *Molecular Crystals and Liquid Crystals,* 2023, v. 752(1),  P. 77.  4. Electrical and shielding properties of epoxy composites with Ni–C and Co–C core-shell nanoparticles. [*Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*](https://www.sciencedirect.com/journal/physica-e-low-dimensional-systems-and-nanostructures)*,* 2022, v. 144, P. 115463  5. Epoxy composites filled with graphite nanoplatelets modified by FeNi nanoparticles: Structure and microwave properties. [*Materials Science and Engineering: B*](https://www.sciencedirect.com/journal/materials-science-and-engineering-b), 2022, v. 283, Р.115776.  Науковий керівник по захищеним кандидатським дисертаціям: 2006 – Іщенко Р.М., 2012 – Ісаєнко Г.Л., 2018 – Ніколаєнко А.В., 2018 – Аль-Омарі М-А-М, 2024 – Чепела Л.І., PhD | Підвищення кваліфікації (стажування) в Інституті металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, з 15 жовтня по 15 листопада 2020р.  Тема «Методики синтезу та дослідження структури композитів та основі системи Al-Cu», відділ будови і властивостей твердих розчинів.  Сертифікат № 23-456 від 17.12.2020, виданий Інститутом металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України про проходження підвищення кваліфікації (стажувння). |
| |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Члени проектної групи** |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
| **Кафедра загальної фізики** | | | | | | |
| **Оліх Олег Ярославович** | Завідувач кафедри загальної фізики | Київський університет імені Тараса Шевченка,  1996 р.  Спеціальність: фізика твердого тіла.  Кваліфікація: Фізик. Викладач (диплом з відзнакою ЛТ ВЕ №001760 виданий 28 червня 1996 р) | Доктор фізико-математичних наук, спеціальність 01.04.07 - фізика твердого тіла (диплом ДД №008094, 18.12.2018)  „Акусто- та радіаційно-індуковані явища в поверхнево-бар'єрних кремнієвих та арсенід-ґалієвих структурах”.  Професор за кафедрою загальної фізики (атестат АП №004651, 23.12.2022) | 27 років | Автор більше 100 наукових публікацій, 13 навчальних посібників, участь у близько 40 конференціях, під керівництвом захищено більше 20 кваліфікаційних робіт бакалаврів, спеціалістів та магістрів.   1. Olikh O., Datsenko O., Kondratenko S. «Influence of Illumination Spectrum on Dissociation Kinetics of Iron–Boron Pairs in Silicon», Physica Status Solidi (a), 2024, Vol.221, is.17, 2400351; https://doi.org/10.1002/pssa.202400351 2. Olikh O. «A test of meta-heuristic algorithms for parameter extraction of next-generation solar cells with S-shaped current–voltage curves», Materials Science and Engineering B, 2024, Vol.307, 117506; https://doi.org/10.1016/j.mseb.2024.117506 3. Olikh O., Lytvyn P. «Defect engineering using microwave processing in SiC and GaAs», Semiconductor Science and Technology, 2022, vol.37, Is.7, 075006; https://doi.org/10.1088/1361-6641/ac6f17 4. Olikh O., Lozitsky O., Zavhorodnii O. «Estimation for iron contamination in Si solar cell by ideality factor: Deep neural network approach», Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 2022, vol.30, is.6, p. 648-660; https://doi.org/10.1002/pip.3539 5. Olikh O.Ya., Voytenko K.V. «On the mechanism of ultrasonic loading effect in silicon-based Schottky diodes», [Ultrasonics](http://www.sciencedirect.com/science/journal/0041624X), 2016, vol.66, p. 1-3; https://doi.org/10.1016/j.ultras.2015.12.001 | University of Białystok, Poland, сертифікат №7, 6 кредитів, Іnternational postgraduate practical internship «Teaching and research in a contemporary university: challenges, solutions, and perspectives», 2022 р;  КНУТШ, сертифікат №565-22, 3 кредити, програма «Роль гарантів програм у розбудові внутрішньої системи забезпечення якості освіти», 2022 р;  SoftServe Academy, сертифікат EM № 9305/2022, 3,5 кредити, course “TEACHER'S DEVOPS COURSE”, 2022 р.;  SoftServe Academy, сертифікат ZV № 17710/2024, 4 кредити, course “Cloud environment configuration and security”, 2024 р. |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Коротченков Олег Олександрович** | професор кафедри загальної фізики | Київський ордена Леніна державний університет ім. Т.Г. Шевченка, 1980 р., спеціальність – загальна фізика, спеціалізація –фізик – кріогенне матеріалознавство. Викладач. | доктор фіз.-мат. наук,  01.04.07 – фізика твердого тіла, 2000  „Порогові акусто-оптичні явища в кристалах та низькорозмірних структурах”  професор за кафедрою загальної фізики, 2003 | 42 роки | Кількість статей у фахових виданнях понад 200, навчальних посібників - 12, монографій - 3  робота з 5 аспірантами, керівництво науковою роботою студентів протягом 40 років  Основні публікації:  1. Напівпровідникові гетероструктури та нанокомпозити на основі кремнію та оксиду цинку. Вінниця, 2018;  2.  Enhancing the Seebeck effect in Ge/Si through the combination of inter-facial design features // Scientific Reports, 2019. Vol. 9;  3.  Probing matrix/filler interphase with ultrasonic waves // Journal of Materials Science, Vol. 56, 2021;  4. Model Approach to Thermal Conductivity in Hybrid Graphene–Polymer Nanocomposites // Molecules, 2023. Vol. 28;  5. Graphene-Based Polymer Nanocomposites: Models and Applications. Springer, 2024 | Інституті хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України, відділ композиційних матеріалів (з 01 березня 2024 р. по 30 квітня 2024 р.), за Планом стажування викладачів фізичного факультету на 2023-2024 навч. рік. |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Кафедра фізики металів** | | | | | | |
| **Курилюк Василь Васильович** | завідувач кафедри фізики металів | Київський національний університет імені Тараса Шевченка, фізичний факультет,  2005 р.  Спеціальність: фізика твердого тіла.  Кваліфікація: магістр фізики (диплом КВ№27297358, виданий 27 червня 2005 р.). | Кандидат фіз.-мат. наук,  01.04.07 - фізика твердого тіла, «Взаємодія п’єзоелектричних полів із двовимірним електронним газом у системі резонатор LiNbO3-шаруватий напівпровідник»,  Доцент за кафедрою фізики металів 2015 (атестат 12 ДЦ№042928 30.06.2015 р.) | 17 років | Автор більше 100 наукових публікацій, з них 58 статей входять до науково-метричної бази Scopus. Під керівництвом захищено 1 дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора філософії, понад 25 кваліфікаційних робіт бакалаврів, спеціалістів та магістрів.  1. V.V. Kuryliuk, S.S. Semchuk, A.M. Kuryliuk, P.P. Kogutyuk Thermal conductivity of Si nanowires with an amorphous SiO2 shell: a molecular dynamics study // Ukr. J. Phys. – 2021. – Vol. 66, №5. – P. 399 – 405.  2. V.V. Kuryliuk, S.S. Semchuk, K.V. Dubyk, R.M. Chornyi Structural features and thermal stability of hollow-core Si nanowires: A molecular dynamics study // Nano-Structures and Nano-Objects – 2022. – Vol. 29. – P. 100822 (8p.).  3. V. Kuryliuk, O. Tyvonovych, S. Semchuk. Impact of Ge clustering on the thermal conductivity of SiGe nanowires: atomistic simulation study // Phys. Chem. Chem. Phys. – 2023.- Vol.25. – P. 6263-6269.  4. Mykola Isaiev, Yuliia Mankovska, Vasyl Kuryliuk; David Lacroix. Thermal transport properties of nanoporous silicon with significant specific surface area // Appl. Phys. Lett. – 2023.- Vol.122. – P. 172201 (4p.).  5. Mykola Isaiev, Nataliia Kyrychenko, Vasyl Kuryliuk, David Lacroix. Features of phonon scattering by a spherical pore: Molecular dynamics insight. // Appl. Phys. Lett. – 2024.- Vol.124(14). – P. 142202. | 1) Курс підвищення кваліфікації та розвитку педагогічних компетентностей викладачів “KNU Teach Week”, березень 2021, сертифікат від 01.03.21; 2) курс тренінгів з опанування інтерактивними панелями (дошками) 15-26 лютого 2021, сертифікат;  3) курс “Digital Skills Pro”, березень 2021, сертифікат від 22.03.21.,  4) курс підвищення кваліфікації викладачів “KNU Educators week by Genesis для викладачів КНУ імені Тараса Шевченка”, 25.07 – 05.08.2022.  5) Курс підвищення кваліфікації за програмою «Роль гарантів освітніх програм у розбудові внутрішньої системи забезпечення якості вищої освіти» (3 кредити ЄКТС), 13 лютого - 10 березня 2023 р., сертифікат № KU 02070944/000160-23 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Плющай Інна Вячеславівна** | доцент кафедри фізики металів | Київський університет імені Тараса Шевченка  1997 р,  фізика твердого тіла,  Фізик. Викладач | кандидат фіз.-мат. наук  01.04.13 - фізика металів  «Особливості електронної структури та властивості аморфних сплавів на основі перехідних металів»  доцент кафедри фізики металів | 25 років | Автор 67 наукових статей (29 з яких входить до Scopus - ID 6508068972) та 17 навчально-методичних посібників.  Публікації (Q1):  1) Popov, O., Vishnyakov, V., Chornobuk, S., Totsky, I., Plyushchay, I. Mechanisms of TiB2 and graphite nucleation during TiC–B4C high temperature interaction, Ceramics International, 2019, 45(14), pp. 16740–16747.  2) A. A. Kordyuk et al. Anomalously enhanced photoemission from the Dirac point and other peculiarities in the self-energy of the surface-state quasiparticles in Bi2Se3 // Phys. Rev. B 85, 075414 (2012).  Посібники:  1) І.В. Плющай, Т.В. Горкавенко, О.І. Плющай «Abinit: практичні роботи (для студентів фізичного факультету)». – Київ: Поліграфічна дільниця ІМФ НАНУ, 2024.-110 с.  2) O.O. Kalenyk, I.V. Plyushchay, T.L. Tsaregradskaya, P.O. Lischuk. Physics. Part II: Electricity and Magnetism, Optics, Atomic and Nuclear Physics: Textbook for foreign students of the preparatory departments Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ВПЦ "Київський університет", 2022, 114 c.  3) О.О.Каленик, І. В. Плющай, Т.Л. Цареградська Т.Л. Фізика для студентів-іноземців: навч. посіб. К.: ВПЦ "Київський університет", 2021. – 295 с. | Пройшла: наукове стажування в 2021 році в Інституті металофізики імені Г.В. Курдюмова НАН України (наказ Ректора №526-32 від 17.08.20, сертифікат № 61-329/1-5 від 31.05.21); підвищення кваліфікації та розвитку педагогічних компетентностей викладачів “KNU Teach Week”, сертифікат № 231-22, 07.02.22; Workshop on Quantum Research and Education in Europe and in Ukraine, 27‑28 July 2022, Kyiv; програма KNU Educators` week by Genesis, 25.07-05.08.2022.; «KNU Teach Week 4” січень 2023, сертифікат 20.01.23;Tech summer for educators:AI edition, certificate ZC № 20549/2024, 23 липня 2024 – 13 серпня 2024.  Пройшла 6-місячне наукове стажування за кордоном: з 01.10.2023 по 29.03.2024 – Технічний університет міста Хемнітц, Німмечина. |

При розробці освітньо-наукової програми враховано вимоги тимчасового Стандарту

за спеціальністю **Е5 «Фізика та астрономія»** за другим рівнем вищої освіти та Стандарту

вищої освіти за спеціальністю **104 «Фізика та астрономія»** за другим рівнем освіти

**1. ПРОФІЛЬ ОСВІТНЬО-НАУКОВОЇ ПРОГРАМИ**

**«Фізика наносистем» («Physics of nanosystems»)**

**зі спеціальності Е5\_«Фізика та астрономія»**

|  |  |
| --- | --- |
| **1 – Загальна інформація** | |
| **Ступінь вищої освіти та назва кваліфікації** | Магістр  спеціальність Е5 «Фізика та астрономія»  Master’s degree specialіty Е5 "Physics and astronomy" |
| **Мова(и) навчання і оцінювання** | Українська, англійська |
| **Обсяг освітньої програми** | 120 кредитів ECTS, 4 семестри |
| **Тип програми** | Освітньо-наукова |
| **Тип диплома** | дипломом ЗВО, diploma of a higher education institution |
| **Повна назва закладу вищої освіти, а також структурного підрозділу у якому здійснюється навчання** | Київський національний університет імені Тараса Шевченка, фізичний факультет  Taras Shevchenko National University of Kyiv,  Faculty of Physics |
| **Назва закладу вищої освіти який бере участь у забезпеченні програми** (заповнюється для програм подвійного (з можливістю подвійного) і спільного дипломування) |  |
| **Офіційна назва освітньої програми, ступінь вищої освіти та назва кваліфікації ЗВО-партнера мовою оригіналу** (заповнюється для програм подвійного (з можливістю подвійного) і спільного дипломування) |  |
| **Наявність акредитації** освітньої програми «Фізика наносистем»  ID освітньої програми в ЄДЕБО: 1305 | ОНП акредитована (2022 р.)  Сертифікат: № 3894 від 29.12.2022р |
| **Цикл/рівень програми** | НРК України – 7 рівень, EQF-LLL – 7 рівень, QF-EHEA – другий цикл |
| **Передумови** | Першій рівень вищої освіти (диплом бакалавра) |
| **Форма здобуття освіти** | Денна |
| **Термін дії освітньої програми** | 5 років |
| **Інтернет-адреса постійного розміщення опису освітньої програми** | <http://www.phys.univ.kiev.ua/> |
| **2 – Мета освітньої програми** | |
| **Мета програми (з урахуванням рівня кваліфікації)** | Надати фундаментальну освіту в області фізики з глибокими фаховими знаннями для виконання професійних завдань та обов’язків науково-дослідницького характеру у галузі фізики наносистем із широким доступом до працевлаштування; підготувати фахівців із особливим інтересом до фізики конденсованого стану та фізики наносистем для подальшого навчання. |
| **3 - Характеристика освітньої програми** | |
| **Опис предметної області (галузь знань / спеціальність / спеціалізація (за наявності) програми)** | Галузь знань 10 «Природничі науки»,  Спеціальність Е5 «Фізика та астрономія»  Об'єкт вивчення та /або діяльності:  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; фізичні явища та процеси у широкому колі наносистем різної природи – керамічних, напівпровідникових, металевих, карбонових наноструктурах та нанокомпозитах на їх основі.  Цілі навчання – підготовка фахівців, здатних здійснювати наукові дослідження і розв’язувати складні задачі та проблеми з фізики та астрономії, сучасної фізики наносистем, зокрема, визначати фундаментальні закономірності фізичних процесів у наносистемах та прогнозувати їх фізичні властивості з широким залученням сучасних високоточних експериментальних фізичних методів, комп’ютерного моделювання та прогнозування фізичних властивостей наносистем, а також їх застосувань у різних сферах науки і техніки;  Теоретичний зміст предметної області: основні поняття, принципи, концепції та методи теоретичної фізики та експериментальної фізики, астрономії та астрофізики, їх застосування у різних сферах науки і техніки, зокрема, при визначенні фізичних закономірностей формування електронної та атомно-просторової структури, механічних, теплових, електродинамічних, магнітних та оптичних характеристик наносистем різної природи.  Методи, методики та технології:  методи експериментальних фізичних та астрономічних досліджень, математичні методи теоретичної фізики та астрономії, методи фізичного і математичного моделювання фізичних систем і процесів, методи комп’ютерного експерименту, методи статистичної обробки результатів експерименту та аналізу даних. Зокрема, методи рентгеноструктурного аналізу (РСА), сканувальна та просвічувальна електронна мікроскопія (СЕМ, ТЕМ), комплексне визначення електричних та магнітних параметрів наносистем, фототермоакустичні та фотоелектричні методи, фотовольтаїка; методики створення нанокомпозитів на основі епоксидних матриць з нанонаповнювачами, а також нанокарбону та поруватого кремнію. Інструменти та обладнання: наукові прилади для фізичних та астрономічних досліджень і вимірювань, обчислювальна техніка, спеціалізоване програмне забезпечення. Зокрема, рентгенівський дифрактометр, фототермоакустичний мікроскоп,експериментальний комплекс для дослідження магнітних характеристик наносистем, експериментальний комплекс для визначення фотоелектричних параметрів наносистем з гелієвим кріостатом, експериментальних комплекс для визначення фотовольтаїчних характеристик наносистем та сонячних елементів на основі високоточних реєструючих приладів. |
| **Орієнтація освітньої програми** | Освітньо-наукова спеціальна |
| **Основний фокус освітньої програми** | Спеціальна освіта з фізики наносистем за спеціальністю «Фізика та астрономія».  Ключові слова: наносистеми, нанорозмірні вуглецеві матеріали, аморфно-наноструктурні системи, нанорозмірні напівпровідники,  наноелектроніка. |
| **Особливості програми** | Проходження науково-виробничої, науково-дослідницької, переддипломної та асистентської практик. |
| **4 – Придатність випускників**  **до працевлаштування та подальшого навчання** | |
| **Придатність до працевлаштування** | Робочі місця в науково-дослідницьких інститутах Національної Академії Наук України (Інститут фізики, Інститут фізики напівпровідників, Інститут металофізики тощо), ЗВО України, промислових лабораторіях та компаніях, малих підприємствах, інститутах технологічного та інформаційного сектору. |
| **Подальше навчання** | Навчання на третьому (освітньо-науковому) рівні вищої освіти. Набуття додаткових кваліфікацій у системі післядипломної освіти. |
| **5 – Викладання та оцінювання** | |
| **Викладання та навчання** | Студенто-центроване навчання через лекції, семінари, практичні заняття, лабораторні роботи в групах, самостійна робота на основі підручників та конспектів, консультації із викладачами. Проходження практик. Написання кваліфікаційної роботи магістра, яка презентується та обговорюється за участі викладачів кафедри та одногрупників. |
| **Оцінювання** | Письмові та усні іспити, заліки, диференційовані заліки, контрольні роботи, поточний контроль, захист практик, комплексний підсумковий іспит, захист кваліфікаційної роботи магістра. |
| **6 – Програмні компетентності** | |
| **Інтегральна компетентність** | Здатність розв’язувати складні задачі і проблеми дослідницького та інноваційного характеру у фізиці та астрономії. |
| **Загальні компетентності (ЗК)** | ЗK01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.  ЗK02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.  ЗK03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.  ЗK04. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.  ЗK05. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.  ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.  ЗK07. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.  ЗK08. Здатність використовувати основні методи програмування та моделювання у фізиці**.**  ЗК09. Цінування та повага різноманітності та мультикультурності.  ЗК10. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).  ЗК11. Здатність працювати в команді. |
| **Фахові компетентності спеціальності (ФК)** | ФK01. Здатність використовувати закони та принципи фізики у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.  ФK02. Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем в області фізики.  ФK03. Здатність презентувати результати проведених досліджень, а також сучасні концепції у фізиці фахівцям і нефахівцям.  ФK04. Здатність комунікувати із колегами усно і письмово державною та англійською мовами щодо наукових досягнень та результатів досліджень в області фізики та астрономії.  ФK05. Здатність сприймати новоздобуті знання в області фізики та астрономії та інтегрувати їх із уже наявними, а також самостійно опановувати знання і навички, необхідні для розв’язання складних задач і проблем у нових для себе деталізованих предметних областях фізики та астрономії й дотичних до них міждисциплінарних областях.  ФK06. Здатність розробляти наукові та прикладні проекти, керувати ними і оцінювати їх на основі фактів.  ФK07. Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в області фізики, вибирати відповідні методи для їх розв’язання, беручи до уваги наявні ресурси.  ФK08. Здатність ефективно використовувати на практиці сучасні теорії та методи управління наукою та ділового адміністрування.  ФК09. Здатність застосовувати сучасні експериментальні методи дослідження та діагностики наносистем.  ФК10. Здатність застосовувати методи отримання нанорозмірних нанокомпозитних матеріалів.  ФК11. Здатність застосовувати теорії опису фізичних властивостей наносистем різних типів.  ФК12. Здатність використовувати знання й уміння в галузі практичного використання комп’ютерних технологій для дослідження наносистем. |
| **7 – Програмні результати навчання** | |
| **Програмні результати навчання (ПРН)** | ПРН01. Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики для розв’язання складних задач і практичних проблем.  ПРН02. Проводити експериментальні та теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.  ПРН03. Застосовувати сучасні теорії наукового менеджменту та ділового адміністрування для організації наукових і прикладних досліджень в області фізики.  ПРН04. Обирати і використовувати відповідні методи обробки та аналізу даних фізичних досліджень і оцінювання їх достовірності.  ПРН05. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних явищ, об’єктів і процесів.  ПРН06. Обирати ефективні математичні методи та інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень та інновацій в області фізики.  ПРН07. Оцінювати новизну та достовірність наукових результатів з обраного напряму фізики, оприлюднених у формі публікації чи усної доповіді.  ПРН08. Презентувати результати досліджень у формі доповідей на семінарах, конференціях тощо, здійснювати професійний письмовий опис наукового дослідження, враховуючи вимоги, мету та цільову аудиторію.  ПРН09. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напряму фізики, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємокорисно спілкуючись із колегами.  ПРН10. Відшуковувати інформацію і дані, необхідні для розв’язання складних задач фізики, використовуючи різні джерела, зокрема, наукові видання, наукові бази даних тощо, оцінювати та критично аналізувати отримані інформацію та дані.  ПРН11. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики для розв’язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач.  ПРН12. Розробляти та застосовувати ефективні алгоритми та спеціалізоване програмне забезпечення для дослідження моделей фізичних об’єктів і процесів, обробки результатів експерименті і спостережень.  ПРН13. Створювати фізичні, математичні і комп’ютерні моделі природних об’єктів та явищ, перевіряти їх адекватність, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, аналізувати обмеження.  ПРН14. Вміти визначати метод розрахунку, необхідний для розв’язку конкретної наукової проблеми в області фізики наносистем.  ПРН15. Планувати наукові дослідження з урахуванням цілей та обмежень, обирати ефективні методи дослідження, робити обґрунтовані висновки за результатами дослідження.  ПРН16. Брати продуктивну участь у виконанні експериментальних та теоретичних досліджень в області фізики та астрономії.  ПРН17. Знати методи опису процесів розсіювання рентгенівських променів та нейтронів наносистемами.  ПРН18. Знати методи отримання, особливості структури та властивостей аморфно-нанокристалічних сплавів.  ПРН19. Знати особливості структури та електронного спектру нанокарбонових систем різної мірності та методи отримання нанокарбонових структур та нанокомпозиційних матеріалів на їх основі.  ПРН20. Знати механізми формування електротранспортних та магнітних властивостей нанокарбонових систем різної мірності та структурної досконалості.  ПРН21. Вміти обирати відповідні програмні пакети для наукових розрахунків в області фізики наносистем та користуватися методами графічного програмування.  ПРН22. Вміти будувати енергетичні діаграми вільної поверхні, поверхні розділу фаз, квантово-розмірних систем.  ПРН23. Вміти розраховувати перерозподіл заряду, потенціалу і поля на поверхні і границях розділу фаз, оцінювати ступінь локалізації електронів і визначати роботу виходу електронів.  ПРН24. Вміти експериментально визначати структуру та фазовий склад нанокарбонових систем.  ПРН25. Знати методи отримання та особливості структури наносистем, а також вміти встановлювати причинно-наслідковий зв’язок між особливостями їхнього складу та властивостей.  ПРН26. Вміти створювати віртуальні прилади для інтегрування та узгодження роботи реальних приладів з відповідними інтерфейсами під час виконання фізичного експерименту. |
| **8 – Ресурсне забезпечення реалізації програми** | |
| **Специфічні характеристики кадрового забезпечення** | Запрошуються висококваліфіковані фахівці з інститутів НАН України для читання окремих спеціалізованих курсів. |
| **Специфічні характеристики матеріально-технічного забезпечення** | Проведення навчальних, науково-дослідницьких, науково-виробничих, переддипломних практик на базі спеціалізованих інститутів, зокрема Інституту фізики НАНУ, Інституту металофізики імені Г.В. Курдюмова, Інституту магнетизму НАН України, ІПМ НАНУ імені І.М. Францевича. |
| **Специфічні характеристики інформаційного та навчально-методичного забезпечення** | Студенти магістратури мають доступ до комп’ютерних класів, забезпечених сучасними ПК та програмним забезпеченням.  Для забезпечення ефективного навчального процесу студентам надається вільний доступ до провідних закордонних видань в області природничих наук. |
| **9 – Академічна мобільність** | |
| **Національна кредитна мобільність** |  |
| **Міжнародна кредитна мобільність** |  |
| **Навчання іноземних здобувачів вищої освіти** | На загальних умовах |

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

2.1 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. | Методологія та організація наукових досліджень з основами інтелектуальної власності | 3,0 | залік |
| ОК 2. | Професійна та корпоративна етика | 3,0 | залік |
| ОК 3. | Фізика наноструктур | 3,0 | залік |
| ОК 4. | Наноструктурні керамічні матеріали | 3,0 | іспит |
| ОК 5. | Наноелектроніка | 3,0 | іспит |
| ОК 6. | Фізика оптичних та фотоелектричних явищ в наноструктурах | 3,0 | залік |
| ОК 7. | Процеси фазоутворення в аморфних та нанокристалічних системах | 6,0 | іспит |
| ОК 8. | Експериментальні методи дослідження наносистем | 3,0 | іспит |
| ОК 9. | Діагностика наносистем | 3,0 | іспит |
| ОК 10. | Фізичні властивості наносистем | 6,0 | іспит |
| ОК 11. | Physics of nanocomposite materials / Фізика нанокомпозитних матеріалів (викл. англ. мовою) | 3,0 | залік |
| ОК 12. | Physics of semiconductor heterostructures / Нанофізика напівпровідників (викл. англ. мовою) | 3,0 | залік |
| ОК 13. | Переддипломна практика (без відриву від теор. навч.) | 6,0 | Диференційований залік |
| ОК 14. | Кваліфікаційна робота магістра | 12,0 | Захист |
| ОК 15. | Астрофізика | 3,0 | іспит |
| ОК 16. | Фізика нерівноважних відкритих систем | 3,0 | залік |
| ОК 17. | Спеціальні методи програмування та моделювання у фізиці наносистем | 6,0 | іспит |
| ОК 18. | Фізика низькорозмірних структур | 3,0 | залік |
| ОК 19. | Науково-виробнича практика із фізики наноматеріалів  (без відриву від теор.н.) | 3,0 | Диференційований  залік |
| ОК 20. | Теорія та моделювання наноструктур | 3,0 | іспит |
| ОК 21. | Наноструктурований кремній:  властивості та використання | 3,0 | залік |
| ОК 22. | Вибрані розділи фізики наносистем | 6,0 | іспит |
| **Загальний обсяг обов'язкових компонент**: | | **90,0** | |
| **Вибіркові компоненти ОП (Дисципліни вибору студента)**\* | | | | |
| ***Переліки 1-4\*\**** | | | | |
|  | Перелік 1 | 3,0 | залік |
|  | Перелік 2 | 6,0 | іспит, диференційований залік |
|  | Перелік 3 | 9,0 | залік, диференційований залік |
|  | Перелік 4 | 12,0 | іспит, залік |
| **Загальний обсяг вибіркових компонент:** | | **30,0** | |
| **ЗАГАЛЬНИЙ ОБСЯГ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ** | | **120,0** | |

**\*** Згідно з п. 3.7 «Положення про систему забезпечення якості освіти та освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» здобувачі освіти мають безумовне право обрати навчальні дисципліни з обов’язкових та вибіркових частин навчальних планів інших спеціальностей того самого рівня, а за умови погодження із деканом факультету / директором інституту - з програм іншого рівня.

\*\*Наповнення переліків освітніми компонентами на кожен навчальний рік затверджується вченою радою фізичного факультету та розміщується на офіційному сайті фізичного факультету phys.knu.ua

Обов’язкові компоненти ОП

**90 кредитів**

Вибіркові компоненти ОП

(вибір з **трьох переліків**)

**30 кредитів**

включаючи:

Науково-дослідна практика з фізичного наноматеріалознавства / Практика в наукових лабораторіях

(без відриву від теоретичного навчання)

Асистентська практика / Тьюторська практика

(без відриву від теоретичного навчання)

Комплексний іспит

з фізики наносистем

Кваліфікаційна робота магістра

Експериментальні методи дослідження наносистем

Діагностика наносистем

Фізичні властивості наносистем

Наноструктурні керамічні матеріали

Фізика оптичних та фотоелектричних явищ в наноструктурах

Процеси фазоутворення в аморфних та нанокристалічних системах

Наноструктурований кремній: властивості та використання

Спеціальні методи програмування та моделювання у фізиці наносистем

Наноелектроніка

Physics of nanocomposite materials

Physics of semiconductor heterostructures

### Фізика наноструктур

Фізика низькорозмірних структур

Вибрані розділи фізики наносистем

Методологія та організація наукових досліджень з основами інтелектуальної власності

Професійна та корпоративна етика

Астрофізика

Теорія та моделювання структур

Фізика нерівноважних відкритих систем

Науково-виробнича практика із фізики наноматеріалів

Переддипломна практика

**3. ФОРМА АТЕСТАЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Атестація випускників освітньої програми «Фізика наносистем» спеціальності  Е5 "Фізика та астрономія" проводиться у формі публічного захисту кваліфікаційної магістерської роботи, складання комплексного іспиту у письмовій формі та завершується видачою документу встановленого зразка про присудження випускнику освітньої програми ступеня магістра із присвоєнням освітньої кваліфікації: Магістр з "Фізики та астрономії".

Мета комплексного іспиту з фаху полягає у встановленні відповідності рівня підготовки випускника вимогам освітньо-наукової програми, необхідним для присвоєння випускнику кваліфікації магістра. Для успішного складання комплексного іспиту з фаху та отримання освітнього ступеня магістра студенти повинні володіти знаннями в галузі фізики наносистем, а також мати навички та здібності до ведення практичної діяльності в цій сфері. Комплексний іспит з фаху має передбачати оцінювання основних результатів навчання з фізики та астрономії, визначених цим стандартом та освітньою програмою. Під час складання здобувачами вищої освіти комплексного іспиту перевіряються наступні програмні результати навчання:

* ПРН01. Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики для розв’язання складних задач і практичних проблем.
* ПРН05. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних явищ, об’єктів і процесів.
* ПРН17. Знати методи опису процесів розсіювання рентгенівських променів та нейтронів наносистемами.
* ПРН18. Знати методи отримання, особливості структури та властивостей аморфно-нанокристалічних сплавів.
* ПРН19. Знати особливості структури та електронного спектру нанокарбонових систем різної мірності та методи отримання нанокарбонових структур та нанокомпозиційних матеріалів на їх основі.
* ПРН20. Знати механізми формування електротранспортних та магнітних властивостей нанокарбонових систем різної мірності та структурної досконалості.
* ПРН21. Вміти обирати відповідні програмні пакети для наукових розрахунків в області фізики наносистем та користуватися методами графічного програмування.
* ПРН22. Вміти будувати енергетичні діаграми вільної поверхні, поверхні розділу фаз, квантово-розмірних систем.
* ПРН23. Вміти розраховувати перерозподіл заряду, потенціалу і поля на поверхні і границях розділу фаз, оцінювати ступінь локалізації електронів і визначати роботу виходу електронів.
* ПРН24. Вміти експериментально визначати структуру та фазовий склад нанокарбонових систем.
* ПРН25. Знати методи отримання та особливості структури наносистем, а також вміти встановлювати причинно-наслідковий зв’язок між особливостями їхнього складу та властивостей.

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 фізики, спрямованих на розв’язання конкретного наукового завдання у галузі фізики наносистем. Кваліфікаційна робота магістра або її анотація має бути розміщена на сайті кафедр загальної фізики та фізики металів. Захист відбувається відкрито і публічно.

Під час публічного захисту кваліфікаційної магістерської роботи здобувачами вищої освіти перевіряються наступні програмні результати навчання (ПРН):

* ПРН08. Презентувати результати досліджень у формі доповідей на семінарах, конференціях тощо, здійснювати професійний письмовий опис наукового дослідження, враховуючи вимоги, мету та цільову аудиторію.

24

* ПРН09. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напряму фізики, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємокорисно спілкуючись із колегами.
* ПРН10. Відшуковувати інформацію і дані, необхідні для розв’язання складних задач фізики, використовуючи різні джерела, зокрема, наукові видання, наукові бази даних тощо, оцінювати та критично аналізувати отримані інформацію та дані.
* ПРН11. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики для розв’язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач.
* ПРН12. Розробляти та застосовувати ефективні алгоритми та спеціалізоване програмне забезпечення для дослідження моделей фізичних об’єктів і процесів, обробки результатів експерименті і спостережень.
* ПРН13. Створювати фізичні, математичні і комп’ютерні моделі природних об’єктів та явищ, перевіряти їх адекватність, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, аналізувати обмеження.

У кваліфікаційній роботі магістра не має бути академічного плагіату, фальсифікації та фабрикації, вона має бути перевірена на плагіат.

1. **МАТРИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ТА КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ**

**ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИИ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **ІК** | **ЗК 1** | **ЗК 2** | **ЗК 3** | **ЗК 4** | **ЗК 5** | **ЗК 6** | **ЗК 7** | **ЗК 8** | **ЗК 9** | **ЗК 10** | **ЗК 11** | **ФК 1** | **ФК 2** | **ФК 3** | **ФК 4** | **ФК 5** | **ФК 6** | **ФК 7** | **ФК 8** | **ФК 09** | **ФК 10** | **ФК 11** | **ФК 12** |
| **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** | + | + |  | + | *+* | + |  |  | + |  |  |  | + | + | + |  | **+** |  |  |  |  |  | + | + |
| **ПРН 24** | + | + |  | + | *+* | + |  | + |  |  |  |  | + |  | + |  | **+** |  |  |  | + | **+** | + |  |
| **ПРН 25** | + | + |  | + | *+* | + | + |  |  |  |  |  | + | + | + |  | **+** |  | + |  | + | **+** | + |  |
| **ПРН 26** | + | + |  | + | *+* | + |  |  | + |  |  |  | + | + | + |  | **+** | + |  |  | + |  |  | + |

26

**5. МАТРИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ**

**КОМПОНЕНТАМ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **ОК 1** | **ОК 2** | **ОК 3** | **ОК 4** | **ОК5** | **ОК 6** | **ОК 7** | **ОК 8** | **ОК 9** | **ОК 10** | **ОК 11** | **ОК 12** | **ОК 13** | **ОК14** | **ОК15** | **ОК16** | **ОК17** | **ОК18** | **ОК19** | **ОК20** | **ОК21** | **ОК22** | **ВБ 2.1** | **ВБ 2.2** | **ВБ 2.3** | **ВБ 2.4** | **ВБ 2.5** | **ВБ 3.1** | **ВБ3.2** | **ВБ4.1** | **ВБ4.2** |
| **ЗК 1** | + | + | + | + |  | + |  | + |  | + | + | + |  |  | + | + | + | + | **+** | + | + | + | + | + | + | + |  | **+** |  | + | + |
| **ЗК 2** |  |  | + | + | **+** |  | + | + | + | + | + |  | **+** | **+** | + | + | + | + | **+** | + | + | + | + | + | + | + |  |  | **+** |  |  |
| **ЗК 3** |  |  | + | + |  | + | + | + |  | + | + | + |  |  |  |  |  | + | **+** | + | + | + | + | + | + | + |  | **+** |  | + | + |
| **ЗК 4** |  |  | + | + | **+** | + | + | + |  | + | + | + |  |  | + |  | + | + |  | + | + | + | + | + | + | + |  | **+** |  | + | + |
| **ЗК 5** |  |  | + | + |  | + | + | + | + |  | + | + | **+** | **+** |  |  | + |  | **+** |  |  |  |  | + |  |  |  | **+** | **+** |  |  |
| **ЗК 6** |  |  | + | + |  | + |  | + |  |  | + | + | **+** | **+** |  |  | + |  | **+** |  |  |  |  | + |  |  |  | **+** | **+** | + | + |
| **ЗК 7** |  |  | **+** | **+** |  |  |  | **+** | **+** |  | **+** |  |  |  | **+** |  |  |  | **+** |  |  |  | + | **+** | + |  |  |  |  | **+** |  |
| **ЗК 8** |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  | **+** |  |  |  | + |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  | **+** |  |  |
| **ЗК 9** | **+** | **+** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **+** | **+** |  |  |  |  | **+** |  |  |  |  |  |  |  | **+** |  | **+** |  | + |
| **ЗК 10** | **+** | **+** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **+** | **+** |  |  |  |  | **+** |  |  |  |  |  |  |  | **+** |  | **+** |  | + |
| **ЗК 11** | **+** | **+** |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  | **+** | **+** |  |  |  |  | **+** |  |  |  |  |  |  |  | **+** |  | **+** |  | + |
| **ФК 1** |  |  |  |  | **+** | **+** | **+** |  | + | + |  | **+** | **+** | **+** |  | **+** | **+** | + | **+** | + | + | + | + |  |  | + |  |  | **+** | **+** | + |
| **ФК 2** |  |  |  |  |  | **+** |  | **+** |  |  |  | **+** | **+** | **+** |  |  |  | + | **+** | + | + | + |  |  |  | + |  | **+** | **+** | **+** | + |
| **ФК 3** |  |  |  |  |  |  |  | **+** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **+** |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  | **+** |  |
| **ФК 4** |  |  |  |  |  | **+** |  | **+** |  |  |  | **+** |  |  |  |  | **+** |  | **+** |  |  |  |  |  |  |  |  | **+** |  | **+** |  |
| **ФК 5** |  |  | + | + | **+** | + | + | + |  | + | + | + | **+** | **+** | **+** | **+** | **+** | + | **+** | + | + | + | + | + | + | + |  | **+** | **+** | + |  |
| **ФК 6** | **+** |  |  |  |  |  | **+** |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  | **+** |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **ФК 7** |  |  |  |  |  | **+** |  | **+** |  |  |  | **+** | **+** | **+** |  |  |  |  | **+** | + | + | + | + |  |  |  |  |  | **+** | **+** |  |
| **ФК 8** | **+** | **+** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **ФК 09** |  |  | **+** |  |  | **+** |  | **+** |  | **+** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  | **+** |  |  |  |  |  | **+** |  |
| **ФК 10** |  |  |  | **+** |  |  |  | **+** |  |  | **+** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  | **+** |  |
| **ФК 11** |  |  | **+** |  | **+** | **+** | **+** |  | + | **+** |  | **+** |  |  |  |  |  | + |  | + | + | + | + | **+** |  | + |  |  |  | **+** | + |
| **ФК 12** |  |  |  |  |  |  |  | **+** |  |  |  |  |  |  |  |  | **+** |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  | **+** |  |  |  |

27

**6. МАТРИЦЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 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** | **ОК14** | **ОК15** | **ОК16** | **ОК17** | **ОК18** | **ОК19** | **ОК20** | **ОК21** | **ОК22** | **ВБ 2.1** | **ВБ 2.2** | **ВБ 2.3** | **ВБ 2.4** | **ВБ 2.5** | **ВБ 3.1** | **ВБ3.2** | **ВБ4.1** | **ВБ4.2** |
| **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** |  |  | + |  | *+* | + |  |  |  | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |
| **ПРН 24** |  |  | + |  | *+* |  |  | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |
| **ПРН 25** |  |  | + | + | *+* |  | + | + |  | + | + |  |  |  |  |  |  | + |  |  | + | + | + | + | + | **+** |  |  |  |  |  |
| **ПРН 26** |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |

Керівник проєктної групи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

28