

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Навчально-науковий фізико-технологічний інститут
Кафедра експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій


СИЛАБУС
вибіркового освітнього компонента
ТЕМАТИЧНИЙ КУРС З МАГІСТЕРСЬКОЇ ПРОГРАМИ ЗА ВИБОРОМ
підготовки здобувачів
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
спеціальності 104 Фізика та астрономія
освітньо-наукової програми Теоретична та експериментальна фізика
конденсованих середовищ

Силабус освітнього компонента «Тематичний курс з магістерської програми за вибором» підготовки здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, галузі знань 10 Природничі науки, спеціальності 104 Фізика та астрономія, за освітньо-науковою програмою Теоретична та експериментальна фізика конденсованих середовищ.

Розробник: Мирончук Галина Леонідівна, директор навчально-наукового фізико-технологічного інституту, доктор фізико-математичних наук, професор.

Погоджено

Гарант освітньо-наукової програми:

_____  Г.Л.Мирончук

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій

протокол № 1 від 15 вересня 2022 р.

Завідувач кафедри: _____  _____ Галян В.В.

I. Опис освітнього компонента

| Найменування показників | Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень | Характеристика освітнього компонента |
|---|---|--|
| Денна форма навчання | 10 Природничі науки | Нормативна |
| Кількість годин / кредитів <u>120/4</u> | 104 Фізика та астрономія теоретична та експериментальна фізика конденсованих середовищ | Рік навчання <u>2-й</u> |
| | | Семестр <u>4-ий</u> |
| | | Лекції <u>10 год.</u> |
| | | Практичні <u>14 год.</u> Лабораторні Індивідуальні |
| ІНДЗ: <u>немає</u> | третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти | Самостійна робота <u>88 год.</u> |
| | | Консультації <u>8 год.</u> |
| Мова навчання: українська | | Форма контролю: <u>залік</u> |

II. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові

Мирончук Галина Леонідівна

Науковий ступінь

доктор фізико-математичних наук

Вчене звання

професор

Посада

директор ННФТІ - професор

Контактна інформація

0996468617, myronchuk.halyna@vnu.edu.ua

Дні занять (*посилання на електронний розклад*)

<http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>

III. Опис освітнього компонента

1. Анотація курсу

Даний курс спрямований на те, щоб здобувач освіти міг вибрати курс з переліку дисциплін магістерської програми. Він спрямований на те, щоб здобувач освіти міг заповнити прогалин в знаннях з фізики та/або астрономії та дотичних до них міждисциплінарних напрямів, а також необхідні навички, достатні для проведення фундаментальних і прикладних наукових досліджень з метою отримання нових знань та/або здійснення розробок та інновацій.

2. Мета і завдання освітнього компонента.

Метою курсу є забезпечити достатнє знання фізичних принципів для формування висококваліфікованих дослідників у галузі фізики, здатних проводити наукові дослідження для вирішення критичних проблем.

Завдання, яке вирішує ОК - детальне розуміння застосовних методів для дослідження та передових академічних запитів.

Науковий керівник радить ЗО, які ОК варто відвідати, залежно від їхньої відповідності обраному дослідницькому напрямку, а також для найкращого сприяння інтеграції в конкурентне середовище. Також заохочується пошук широких знань у галузі фізики за межами власного напрямку досліджень.

3. Структура освітнього компонента.

| Назви змістових модулів і тем | Усього | Лек. | Практ. | Сам. роб. | Конс. | *Форма контролю/ Бали |
|--|--------|------|--------|-----------|-------|-----------------------|
| Вибіркова ОК 4.1. Фізика конденсованого стану | | | | | | |
| Тема 1. Основи термодинаміки конденсованого стану | 22 | 2 | 2 | 17 | 1 | ДС, УО, РЗ/20 |
| Тема 2. Періодичність структур і властивостей | 22 | 2 | 2 | 17 | 1 | ДС, УО, РЗ/20 |
| Тема 3. Взаємодія електронів з атомами кристалічної ґратки. Енергетичний спектр електронів. | 24 | 2 | 2 | 18 | 2 | ДС, УО, РЗ/20 |
| Тема 4. Статичні властивості твердих тіл. | 26 | 2 | 4 | 18 | 2 | ДС, УО, РЗ/20 |
| Тема 5. Кінетичні властивості твердих тіл | 26 | 2 | 4 | 18 | 2 | ДС, УО, РЗ/20 |
| Загальна кількість годин/балів | 120 | 10 | 14 | 88 | 8 | 100 |
| Вибіркова ОК 4.2. Фізика напівпровідників | | | | | | |
| Тема 1. Основи зонної теорії | 22 | 2 | 2 | 17 | 1 | ДС, УО, РЗ/20 |
| Тема 2. Властивості напівпровідників та їх пояснення з точки зору зонної теорії. | 22 | 2 | 2 | 17 | 1 | ДС, УО, РЗ/20 |
| Тема 3. Кінетичні явища у напівпровідниках | 24 | 2 | 2 | 18 | 2 | ДС, УО, РЗ/20 |
| Тема 4. Оптичні явища у напівпровідниках | 26 | 2 | 4 | 18 | 2 | ДС, УО, РЗ/20 |
| Тема 5. Технологія напівпровідників | 26 | 2 | 4 | 18 | 2 | ДС, УО, РЗ/20 |
| Загальна кількість годин/балів | 120 | 10 | 14 | 88 | 8 | 100 |

Методи контролю: ДС – дискусія, ДБ – дебати, Т – тести, Р – реферат, УО – опитування, ТР – тренінг, РЗ/К – розв’язування задач / кейсів, ІНДЗ / ІРС – індивідуальне завдання / індивідуальна робота здобувача освіти, РМГ – робота в малих групах, МКР / КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота.

6. Завдання для самостійного опрацювання.

| № з/п | Тема |
|---|------|
| 4.1. Фізика конденсованого стану | |

| | |
|-------------------------------------|--|
| 1 | Закони термодинаміки і статистичний зміст функцій стану. Рівняння стану. Термодинамічні параметри, потенціали та їх основні співвідношення. Термодинамічні та фізичні умови конденсації рідин, аморфізації та кристалізації твердих тіл |
| 2 | Періодичність властивостей трансляційно-симетричних структур і фізичний зміст оберненої ґратки Інваріантність рівняння Шрьодінґера відносно трансляцій в кристалічній ґратці. Теорема Блоха. Зведення k-станів до зони Бриллюена. Циклічні граничні умови Борна-Кармана. Підрахунок k-станів. |
| 3 | Дифракція електронів на атомах ґратки ідеального кристалу. Енергетична дисперсія квазівільних електронів поблизу брегівських площин відбивання. Метод сильного зв'язку для розрахунку зонної структури локалізованих електронів. |
| 4 | Класифікація твердих тіл за структурою зон і типами хімічних зв'язків. Енергія зв'язку в кристалах. Правило Юм-Розері та модель жорстких зон. Статистика Фермі для електронів в твердих тілах та носіїв заряду в напівпровідниках. Енергетичний розподіл та щільність k-станів. |
| 5 | Стаціонарний стан рухомих частинок. Кінетичне рівняння Больцмана. Електропровідність та перенос енергії за наявності градієнта температур. Термоелектричні властивості та вплив магнітного поля на рух електронів в кристалах. Ефект Холла. |
| 6 | Магнетизм матеріалів. Діамагнетизм матеріалів з заповненими оболонками атомів і молекул. Правила Хунда. Парамагнетизм. Закон Кюрі. Магнітна структура і взаємодія електронів. Упорядкування магнітних моментів і закон Кюрі-Вейса. Феромагнетизм і обмінна взаємодія. Антиферо- і ферімагнетизм. Доменна структура магнітних матеріалів. |
| 7 | Надпровідність. Ефект Мейснера і рівняння Лондонів. Міжелектронна взаємодія і утворення куперівських пар. Основний стан надпровідника. Енергетична щілина і спектр елементарних збуджень та незгасаючі струми в надпровідниках. Квантування магнітного потоку та тунельні ефекти в надпровідниках. Надпровідники I і II роду |
| 4.2. Фізика напівпровідників | |
| 1 | Рівняння Шредінґера для кристала: адіабатичне й одноелектронне наближення, наближення сильно зв'язаних електронів. Заповнення енергетичних зон електронами. Класифікація твердих тіл за зонною теорією. Ефективна маса електрона. Домішкові рівні у напівпровідниках. Власна і домішкова електропровідність у напівпровідниках. |
| 2 | Статистика електронів і дірок у напівпровідниках: власний напівпровідник, домішковий напівпровідник. |
| 3 | Теорія розсіяння носіїв заряду. Розсіяння носіїв на теплових коливаннях атомних решіток. Розсіяння носіїв на іонізованих домішках. Розсіяння носіїв на нейтральних домішках. |
| 4 | Температурна залежність електропровідності напівпровідників. Гальваномагнітні явища у напівпровідниках. |
| 5 | Захоплення та рекомбінація носіїв заряду. Поглинання світла напівпровідниками. Фотопровідність напівпровідників. Залежність фотопровідності від інтенсивності освітлення, температури. |
| 6 | Отримання кристалів з рідкої фази. Вирощування кристалів з розплаву: методи нормальної спрямованої кристалізації; методи витягування кристалів з розплаву; вирощування кристалів методом зонної плавки. Вирощування монокристалів з розчину. Вирощування кристалів з газової фази. |
| 7 | Поняття про нанотехнології. Молекулярно-променева епітаксія. Осадження плівок з металоорганічних сполук. Деякі особливості фізики наноструктур. Практичне застосування надґрадок і квантових точок. |

IV. Політика оцінювання

Поточна оцінка – це сума балів, які отримує здобувач вищої освіти за поточну роботу з відповідних тем освітнього компонента. Поточний контроль здійснюється під час проведення

практичних занять і має за мету перевірку рівня підготовленості здобувача освіти до виконання конкретної роботи. Поточний контроль реалізується у формі опитування, дискусії, виконання індивідуальних завдань. Максимальна кількість балів, яку може набрати аспірант за поточну навчальну діяльність з освітнього компонента, де форма контролю залік – 100 балів (по 20 балів за кожну тему). Максимальний бал за тему набирають здобувачі освіти, які опрацюють запропоновані джерела, критично аналізують матеріал, глибоко висвітлюють теоретичні питання, вичерпно відповідають на додаткові запитання, аргументують теоретичні положення прикладами, застосовують знання теоретичного матеріалу на практиці під час виконання завдань.

Залік виставляється здобувачеві автоматично, якщо ним виконано усі види передбачених силабусом освітнього компонента робіт та одержано 60 або більше балів. Здобувач освіти може додатково скласти на консультаціях із викладачем ті теми, які він пропустив протягом семестру (з поважних причин), таким чином покращивши свій результат рівно на ту суму балів, яку було виділено на пропущені теми. У випадку, якщо здобувач освіти набрав менше ніж 60 балів, він складає залік під час ліквідації академічної заборгованості. У цьому випадку бали, набрані під час поточного оцінювання, анулюються. Максимальна кількість балів під час ліквідації академічної заборгованості з заліку – 100. Повторне складання заліку допускається не більше як два рази з кожного освітнього компонента: один раз – викладачеві, другий – комісії.

Згідно «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки» від 29 червня 2022 року (https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/08/2022_%D0%92%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB_%D1%82%D0%B0%D1%82i%D0%B2_%D0%92%D0%9D%D0%A3_i%D0%BC._%D0%9B.%D0%A3._%D1%80%D0%B5%D0%B4.pdf) студентів можуть бути зарахованими результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

Оскарження результатів оцінювання

Будь-які конфліктні ситуації буде вирішено відповідно до Положення про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у Волинському національному університеті імені Лесі Українки (https://vnu.edu.ua/sites/default/files/2021-02/Polozhennia_poriadok_vyrishennia_konfliktnykh_sytuatsii.pdf).

Політика щодо академічної доброчесності

Здобувачі третього рівня вищої освіти (освітньо-наукового) зобов'язані дотримуватися академічної доброчесності відповідно до норм загальнолюдських та європейських цінностей, Конституції України, Законів України «Про освіту», «Про вищу освіту», «Про наукову і науково-технічну діяльність», «Про авторське право і суміжні права», «Про запобігання корупції», Цивільного Кодексу України, Статуту Волинського національного університету імені Лесі Українки, зокрема:

- не толерувати плагіат, списування, неправомірне використання чужих напрацювань;
- використовувати у навчальній або дослідницькій діяльності лише перевірені та достовірні джерела інформації та правильно оформляти покликання на використані інформаційні джерела;
- подавати на оцінювання лише самостійно виконану роботу, що не є запозиченою або переробленою з іншої, виконаною іншими особами; мінімальний відсоток унікальності – 60 %.

Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі є підставою для її незарахування.

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

Шкала оцінювання знань здобувачів освіти з формою контролю - залік

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Оцінка в балах | Лінгвістична оцінка |
|-----------------------|----------------------------|

| | |
|--------|--|
| 90–100 | Зараховано |
| 82–89 | |
| 75–81 | |
| 67–74 | |
| 60–66 | |
| 1–59 | Незараховано (необхідне перескладання) |

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

ВОК 4.1.

1. Галян В. В., Шевчук М. В., Іващенко І.А. Фізика твердого тіла: навч. посіб. для студ. навч. закл. вищої освіти. Луцьк : Вежа-Друк. 2022. 156 с. Рекомендовано НМР ВНУ імені Лесі Українки (протокол № 4 від 31.03.2022 р., гриф Рекомендовано). ISBN 978-966-940-401-5 (2,4 авт. арк.)
2. Свідзинський А. В. Математичні методи теоретичної фізики. Том 2. / А.В. Свідзинський. – Луцьк: Вежа, 2004. – 428 с.
3. Свідзинський А. В. Мікроскопічна теорія надпровідності: монографія. – Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2011. – 422 с.
4. Франів А. Фізика низьких температур : навч. посібник / А. Франів, В. Стадник, В. Курляк. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 362 с.
5. Говорун Т.П. Фізика конденсованого стану матеріалів / Т.П. Говорун, В.О. Пчелінцев, В.М. Радзівський, Л.В. Носонова. навч. посіб. - Суми: СумДУ, 2015. - 236 с.
6. Подопригора Н.В. Фізика твердого тіла: навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей педагогічних університетів / Подопригора Н.В., Садовий М.І., Трифонова О.М. – Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2014. – 416 с.
7. Поплавко, Ю. М. Фізика твердого тіла. Т. 1. Структура, квазічастинки, метали, магнетики [Електронний ресурс] : [в 2 т.] : підручник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Мікро- та наносистемна техніка» / Ю. М. Поплавко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : Політехніка, 2017. – 416 с.
8. Поплавко, Ю. М. Фізика твердого тіла. Т. 2. Діелектрики, напівпровідники, фазові переходи [Електронний ресурс] : [в 2 т.] : підручник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Мікро- та наносистемна техніка» / Ю. М. Поплавко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : Політехніка, 2017. – 379 с.
9. Pethick C. J., Smith H. Bose–Einstein Condensation in Dilute Gases. – Cambridge university press, 2002.
10. Griffin A. Bose condensation in atomic gases // Proc. of the Intern. School of Physics “Enrico Fermi”. – 1999. – Vol. 140. – P. 1.
11. The Oxford Solid State Basics by Steven H. Simon – 21 video lectures <http://podcasts.ox.ac.uk/series/oxford-solid-state-basics>.

ВОК 4.2.

1. Третяк О.В., Лозовський В.З. Основи фізики напівпровідників. К.: ВПЦ "Київський університет", 2007. Т. 1. 338 с.
2. Ільченко В. І., Обухова Т. Ю. Фізика напівпровідників: Конспект лекцій (Частина I)[Електронний ресурс]: К : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. Доступ за адресою: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/37599/1/Fizyka_napivprovodnykiv-1.pdf
3. Царенко О.М. Основи фізики напівпровідників і напівпровідникових приладів: навчальний посібник . – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. 243 с.
4. Поплавко Ю.М., В.І. Ільченко, Воронов С.А., Якименко Ю.І. Фізичне матеріалознавство. Частина IV. Напівпровідники: Навчальний посібник. Київ, видавництво «Політехніка» Національного Технічного університету України, 2010. 342 с.

5. Федосов С. А., Замуруєва О. В. [та ін.]. Фізика напівпровідників : курс лекцій у 3 ч. Луцьк : Вежа-Друк, 2018. Ч. 1. 45 с.; 2016. Ч. 2. 60 с.; 2016. Ч. 3. 39 с.
6. Федосов С. А., Замуруєва О. В., Сахнюк В. Є., Захарчук Д. А., Коваль Ю. В. Фізика напівпровідників : задачі = Semiconductor Physics : Problems. Луцьк : Вежа-Друк, 2020. 24 с.
7. Одержання та фізичні властивості напівпровідників у системах Ag-In(Ga)-Si(Ge)-S(Se)₂ : монографія / Мирончук Г.Л., Кітик І.В., Замуруєва О.В. – Луцьк : Вежа-Друк, 2019. 157 с. Рекомендовано СНУ ім. Лесі Українки (протокол № 15 від 28.11.2019 р.).
8. Tuan V. Vu, O.V. Marchuk, O.V. Smitiukh, V.A. Tkach, D. Myronchuk, G.L. Myronchuk, O.Y. Khyzhun High-temperature orthorhombic phase of Cu₂HgGeS₄: Electronic structure and principal optical constants as evidenced from the experiment and theory. Journal of Solid State Chemistry. 313 (2022) 123313 <https://doi.org/10.1016/j.jssc.2022.123313> (Scopus)
9. O. V. Smitiukh, O. V. Marchuk, Y. M. Kogut, V. O. Yukhymchuk, N. V. Mazur, G. L. Myronchuk, S. M. Ponedelnyk, O. I. Cherniushok, T. O. Parashchuk, O. Y. Khyzhun, K. T. Wojciechowski, A. O. Fedorchuk Effect of rare-earth doping on the structural and optical properties of the Ag₃AsS₃ crystals. Optical and Quantum Electronics 54(4) (2022) 224 DOI: 10.1007/s11082-022-03542-w (Scopus)