КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра фізичної електроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан

_____________Андрій Нетреба
« ____ » ___________ 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Семінар з фізики поверхні та фізики плазми

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
рівень вищої освіти	другий (магістерський)
освітня програма	Прикладна фізика та наноматеріали
вид дисципліни	вибіркова компонента

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2024/2025
Семестр	4
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі:
Максим СТРІХА, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри фізичної електроніки
Анатолій ВЕКЛИЧ, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізичної електроніки

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. ___________ (_______________) «___» _________ 20__ р.
на 20__/20__ н.р. ___________ (_______________) «___» _________ 20__ р.

КИЇВ 2023

Розробник:
Максим СТРІХА, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри фізичної електроніки

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри фізичної електроніки

______________________Анатолій ВЕКЛИЧ

Протокол № 34 від « 29 » червня 2023 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № ____від « ____» ______________ 202__р.

Голова науково-методичної комісії Сергій РАДЧЕНКО

« ____» ______________ 202__року.

Робоча програма навчальної дисципліни

Семінар з фізики поверхні та фізики плазми

(2 курс ОР Магістр, 4 семестр)

Семінари 28 год.

Консультації 1 год.

Самостійна робота студента 61 год.

Форма заключного контролю - залік

1. Статус дисципліни. Навчальна дисципліна «Семінар з фізики поверхні та фізики плазми» є дисципліною підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань «10 Природничі науки» зі спеціальності «105 Прикладна фізика та наноматеріали».

2. Анотація навчальної дисципліни. Курс «Семінар з фізики поверхні та фізики плазми» - необхідна складова формування професійного світогляду фахівця зі спеціальності «Прикладна фізика та наноматерали». В ньому з єдиної точки зору поглиблюються і закріплюються компетенції і знання, отримані під час прослуховування лекційних курсів з фізики поверхні та фізики плазми.

3. Метою навчальної дисципліни «Семінар з фізики поверхні та фізики плазми» є поглиблене вивчення найсучасніших підходів до опису основ фізики поверхні та фізики плазми, створення навичок самостійної наукової роботи студента та презентації її результатів.

4. Результати навчання. У результаті вивчення дисципліни «Семінар з фізики поверхні та фізики плазми»**:**

Студент повинен знати:

основи фізики поверхні та фізики плазми.

Студент повинен вміти:

самостійно працювати з літературою за заданою викладачем темою, формувати і презентувати огляди літератури та власні наукові результати, одержані в ході виконання дипломних робіт.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК 7. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 10. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 11. Здатність працювати в команді.
ЗК 12. Навички міжособистісної взаємодії.
ЗК 13. Здатність працювати автономно.
ЗК 14. Навики здійснення безпечної діяльності.
ФК 1. Здатність брати участь у складанні запитів на виконання наукових та науково-технічних проектів, в тому числі і міжнародних.
ФК 2. Здатність брати участь у плануванні методики проведення та матеріального забезпечення експериментів та лабораторних досліджень.
ФК 3. Здатність брати участь у проведенні експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів.
ФК 4. Здатність брати участь у виготовленні зразків матеріалів та об'єктів дослідження.
ФК 5. Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту.
ФК 6. Здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів експерименту.
ФК 7. Здатність брати участь в роботі колективів виконавців, у тому числі у міждисциплінарних проектах.
ФК 8. Здатність брати участь у формуванні запитів щодо матеріально-технічного забезпечення досліджень.
ФК 9. Здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.
ФК 10. Здатність розуміти і використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу станів та властивостей фізичних систем.
ФК 11. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання для опису фізичних об'єктів, пристроїв та процесів.
ФК 12. Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів.
ФК 13. Здатність брати участь у роботах зі складання наукових звітів та у впровадженні результатів проведених досліджень та розробок.
ФК 14. Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи базові методи дослідницької діяльності.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів.
ПРН 2. Розуміння технологій та теоретичних та експериментальних методів дослідження властивостей речовин і матеріалів.
ПРН 3. Знання сучасних обчислювальних та інформаційних технологій.
ПРН 4. Знання іноземної мови.
ПРН 5. Знання етичних та соціально-економічних основ сучасного суспільства.
ПРН 6. Знаходити і аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій.

ПРН 7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій.
ПРН 8. Знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних проектів. ПРН 9. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.
ПРН 11. Розробляти фізичні основи створення нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів, речовини, технологій.
ПРН 12. Інтерпретувати науково-технічну інформацію.
ПРН 13. Представляти і захищати отримані наукові і практичні результати в усній та письмовій формі.
ПРН 14. Використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземними мовами.
ПРН 15. Розробляти та формулювати свої професійні висновки та розумно їх аргументувати для фахової та нефахової аудиторії.
ПРН 16. Організовувати результативну роботу індивідуально і як член команди.
ПРН 17. Об'єктивна самооцінка отриманих результатів та спроможність забезпечувати їх надійність.
ПРН 18. Розв'язувати складні наукові, дослідницькі та інженерно-технічні задачі в області прикладної фізики та фізики наноматеріалів, які вимагають поглиблених знань у галузі фізики, математики, комп'ютерних технологій.;

5. Передумови для вивчення навчальної дисципліни.

Навчальна дисципліна «Семінар з фізики поверхні та фізики плазми» має зв'язок з навчальними дисциплінами «Фізика плазми», «Квантова та напівпровідникова електроніка», «Фізика поверхні», «Фізика конденсованого середовища» які викладаються на факультеті радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем на 4 курсі бакалавської та 1 курсі магістерської підготовки.

6. Засоби оцінювання результатів навчання.

- **Семестрове оцінювання.** Кожен студент готує впродовж семестру по 2 обов'язкові наукові презентації (першу – присвячену огляду літератури та сучасних методів досліджень, другу – власним науковим результатам). Кожна з презентацій оцінюється максимум у 30 балів (25 балів – змістовна компонента, 5 балів – рівень доповіді).
- **Робота в аудиторії** включає запитання до доповідача та активну участь у дискусіях та обговореннях за доповідями. Вона оцінюється максимум у 10 балів.
- **Підсумкове оцінювання (у формі заліку):** Завдання складається із 2-х теоретичних питань. Кожне питання оцінюється від 0 до 15 балів

7. Умови допуску до підсумкового заліку: Умовою допуску до заліку є отримання студентом протягом семестру (сумарно) не менше ніж 30 балів. Студенти, які сумарно протягом семестру набрали меншу кількість балів, для одержання допуску до іспиту повинні написати на необхідну мінімальну кількість балів додаткову контрольну роботу.

8. Підсумкова оцінка (ПО) розраховується за накопичувальною системою

Максимальна кількість балів	Вид контролю			
	Перша доповідь	**Друга доповідь**	**Семестр**	**ПО**
за першу доповідь	30		70	100
за другу доповіль		30		
за питання та участь в обговоренні	5	5		
Всього	35	35	70	100

Примітка. Студенти, які за сумою протягом семестру набрали менше 30 балів, до заліку не допускаються.

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

За шкалою Університету (100-	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS
90-100	Зараховано	A - відмінно
85-89		B - добре (дуже добре)
75-84		C – добре
65-74		D - задовільно
60-64		E - задовільно (достатньо)
35-59	Не зараховано	FX - незадовільно з можливістю повторного
1-34	Не зараховано	F - незадовільно з обов'язковим повторним

Тематичний план курсу

№	Назва теми та короткий зміст	Кількість годин			
		Всього	Лекції	Семінари	СРС
1	Поверхня та приповерхневий шар зі зміненими щодо об'єму фізичними властивостями. Приповерхневий (приконтактний) вигин зон у напівпровіднику.			5	10
2	Узагальнена модель провідності електронів Ландауера-Датта-Лундстрома. Поняття коефіцієнта проходження і числа мод провідності. Формула Ландауера для провідності.			5	10
3	Спектроскопія плазми електродугового розряду між асиметричними електродами			4	10
4	Класифікація спектрів плазми дугового розряду за допомогою алгоритмів машинного навчання			5	10
5	Оптоелектронний сенсор газів на основі ефекту плазмон-поляритонного резонансу в тонких плівках срібла з колориметричною реєстрацією відгуків			4	10
6.	Створення застосунку для прогнозування стохастичних процесів за допомогою ARMA моделі			5	10

Перелік рекомендованої літератури

1 J. P. Colinge, C. A. Colinge. Physics of Semiconductor Devices. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic Publishers. 2003. - 451 p. (Режим доступу: https://www.academia.edu/11705172/PHYSICS_OF_SEMICONDUCTOR_DEVICES_by_J_P_Colinge_and_C_A_Colinge?auto=download&email_work_card=download-paper).

2 Г.П.Пека. В.І.Стріха. Поверхневі та контактні явища у напівпровідниках // Київ: «Либідь», 1992. – 240 с.

3 Hamilton J.D. Time Series Analysis. Princeton University Press. 1994. P. 296.

4 Box G. E. P. and Jenkins G. M. Time Series Analysis, Forecasting and Control, rev. Ed., San Francisco: Holden-Day, 1976.

5 NET Framework-Core relationship [Електронний ресурс] // URL:https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:.NET_FrameworkCore_relationship.svg (дата звернення: 14.11.2021)

6 JavaScript [Електронний ресурс]. URL: https://developer.mozilla.org/uk/docs/Web/JavaScript (дата звернення 10.05.2021)

7 HTML [Електронний ресурс]. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML (дата звернення 20.11.2020)

8.Namihira T. Temperature and Nitric Oxide Generation in a Pulsed Arc Discharge Plasma. Plasma Science and Technology / T. Namihira, S. Sakai, M. Matsuda, D. Wang, T.

Kiyan, H. Akiyama, K. Okamoto, K. Toda // Plasma Science and Technology. –2007 –V. 9(6). –P. 747–751.
9. Kojima A. Spectroscopic measurement of arc plasma diameter in EDM / A. Kojima, W. Natsu, & M. Kunieda // CIRP Annals. –2008. –V. 57(1). – P. 203 – 207.
10. Junaid M. Current Arc Investigations in Liquid Nitrogen Using Asymmetrical Electrodes. / M. Junaid, B. Xiang, H. Ge, K. Yang, Z. Liu, Y. Geng, J. Wang, // IEEE Transactions on Applied Superconductivity, – 2019. –V.29 (2). –P. 1–6.
11. Kleshich M.M. Investigation of Plasma of Arc Discharge between Melting Cu- and Ni-Electrodes / M.M. Kleshich, A.N. Veklich, S.O. Fesenko, V.F. Boretskij, L.A. Kryachko // Problems of Atomic Science and Technology. – 2018. V. 4(116). – P. 189-193.
12. Veklich A. N. Investigation of electric arc discharge plasma between onecomponent Cu and Ni and composite Ag-Ni electrodes/ A. Veklich, M. Kleshich, S. Fesenko, V. Boretskij, Y. Cressault, Ph. Teulet // Problems of Atomic Science and Technology. – 2017. –V. 1(107). –P. 171-174.
13. Veklich A.N. Plasma of arc discharge between melting Cu- and Nielectrodes / A.N. Veklich, M.M. Kleshich, S.O. Fesenko, V.F. Boretskij, L.A. Kryachko // –2018. –V. 6(118). –P. 223-236.
14. Veklich A. N. Spectroscopy pequliarities of thermal plasma with copper and nickel vapours / A.N. Veklich, M.M. Kleshich, V.V. Vashchenko, I.O. Kuzminska // Problems of Atomic Science and Technology. –2015. – V. 4(98). –P. 215 – 219.
15. Atomic Spectra Database (version 5.2) / A. Kramida, Yu. Ralchenko, J. Reader, and NIST ASD Team (2014) // Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology. http://physics.nist.gov/asd
16. Corliss C.H. The transition probabilities and oscillator strengths of 70 elements / C.H. Corliss, W.R. Bozman // Mir. – 1968. [in Russian]
17. Babich I.L. Spectroscopic data and Stark broadening of Cu I and Ag I spectral lines: Selection and analysis / I.L. Babich, V.F. Boretskij, A.N. Veklich, R.V. Semenyshyn // Advances in Space Research. –2014 – V.54(7). –P. 1254-1263.
18. K. Bockasten. Transformation of observed radiances into radial distribution of the emission of a plasma / K. Bockasten. // JOSA. – 1961, V. 51. – P. 943-947.
19. Faitas O. Compare Neural Networks Framework for Spectrum Classification / O. Faitas, O. Matviykiv, M. Lobur // Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH), VIIIth International Conference MEMSTECH`2012, 18-21 April 2012, Lviv-Polyana, Ukraine: proc. – Lviv: Publishing House Vezha&Co, p. 203-205. – 2012.
20. Jinchao Liu. Deep Convolutional Neural Networks for Raman Spectrum Recognition : A Unified Solution / Jinchao Liu1, Margarita Osadchy2, Lorna Ashton3, Michael Foster4, Christopher J. Solomon1,5, and Stuart J. Gibson // arXiv:1708.09022v1 – 2017.
21. Koujelev A. Laser-induced breakdown spectroscopy with artificial neural network processing for material identification / A. Koujelev, M. Sabsabi, V. Motto-Ros, S. Laville, S.L. Lui // Planetary and Space Science 58 682– 690 – 2010.
22. Zhang Yuqing. Determination of minor metal elements in steel using laserinduced breakdown spectroscopy combined with machine learning algorithms / Yuqing Zhang, Chen Sun, Liang Gao, Zengqi Yue, Sahar Shabbir, Weijie Xu, Mengting Wu, Jin Yu // Spectrochimica Acta Part B 166 105802 – 2020.
23. Borges Fabio O. A fast method for the calculation of electron number density and temperature in laser-induced breakdown spectroscopy plasmas using artificial neural networks / Fabio O. Borges, Gildo H. Cavalcanti, Gabriela C. Gomes, Vincenzo Palleschi, Alexandre Mello // Applied Physics B – 2014.

24. H.Raether, Surface plasmons - Springer tracts in modern physics, 1988
25. Kovacs 1977 - Optical excitation of surface plasma waves in layered medias G. J. Kovacs and G. D. Scott PHYSICAL REVIEW B VOL 16, N UMBER 4, 1977 1297-1311.
26. Erwin Kretschmann. The determination of the optical constants of metals by excitation of surface plasmons 241 (1971) 313–324.
27. H.E. de Bruijn, R.P. H. Kooyman, J.Greve. Choice of metal and wavelength for surface-plasmon resonance sensors: some considerations, *Applied optics*, 1992, Vol. 31, No.4, 440-442.
28. S.M. Daly, M. Grassi, D.K. Shenoy, F. Ugozzolic, E. Dalcanale. Supramolecular surface plasmon resonance (SPR) sensors for organophosphorus vapor detection, *J. Mater. Chem*., 2007, 17, 1809–1818**.**
29. Chi Lok Wong, George Chung Kit Chen, Xiaochao Li, Beng Koon Ng, Ping Shume, Peng Chen, Zhiping Lin, Chinlon Lin and Malini Olivo. Colorimetric Surface Plasmon Resonance Imaging (SPRI) Biosensor Array based on Polarization Orientation Rotation, *Biosens. Bioelectron*. (2013), 47, pp. 545-552.
30. Chi Lok Wong, George Chung Kit Chen, Beng Koon Ng, Shuchi Agarwal, Zhiping Lin, Peng Chen, and Ho Pui Ho. Multiplex spectral surface plasmon resonance imaging (SPRI) sensor based on the polarization control scheme, *Optics express*, 2011, Vol. 19, No. 20, 18965.