

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова Приймальної комісії  
Ректор Харківського національного  
університету імені В.Н. Каразіна  
\_\_\_\_\_ В.С. Бакіров

\_\_\_\_\_ 2017 р.

ПРОГРАМА

фахових випробувань для вступу до аспірантури  
факультету радіофізики, біомедичної електроніки  
та комп'ютерних систем з галузі

10 Природничі науки  
за спеціальностями

104 Фізика та астрономія

Програма затверджена  
на засіданні Вченої ради  
факультету радіофізики,  
біомедичної електроніки  
та комп'ютерних систем

Протокол № 3 від 23.03. 2017 р.

Харків 2017

## I. СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ

1. Постановка крайових задач.
2. Метод розділення змінних (метод Фур'є).
3. Метод функцій джерела рівнянь еліптичного та параболічного типів (метод функції Гріна).
4. Гама-функція, її властивості.
5. Циліндричні функції. Основні властивості.
7. Інтеграл типу Коші.
8. Ряди Тейлора та Лорана.
9. Теорія відраховань.
10. Інтегрування функцій комплексного змінного, ізольовані особливі точки.
11. Конформне відображення.

## II. ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

1. Постулати мікроскопічної електродинаміки.
2. Релятивістські коваріантні рівняння руху. Тензор електромагнітного поля.
3. Перетворення Лоренца для електромагнітного поля. Інваріанти поля.
4. Перша і друга пари рівнянь Максвелла. Рівняння безперервності.
5. Граничні умови. Теорема Умова-Пойнтінга. Теорема єдиності розв'язків рівнянь Максвелла.
6. Хвильове рівняння. Плоскі хвилі. Плоскі однорідні і неоднорідні монохроматичні хвилі.
7. Рівняння Максвелла комплексної форми.
8. Густина та потік енергії електромагнітного поля.
9. Дисперсія діелектричної проникності. Співвідношення Крамерса-Кроніга.
10. Граничні умови Леонтовича-Щукіна.
11. Відбиття плоскої хвилі від плоскої межі розділення двох середовищ. Закони Снеліуса. Формули Френеля.
12. Методи розв'язання граничних задач електродинаміки.
13. Наближення геометричної оптики і межі його застосування. Рівняння ейконала, принцип Ферма.
14. Основні положення теорії хвилеводів.
15. Порожні металічні хвилеводи.
16. Лінії передачі поверхневих хвиль.
17. Квзіоптичні (відкриті) резонатори та хвилеводи.
18. Функція Гріна в електродинаміці.
19. Лема Лоренца та теорема взаємності.
20. Задача дифракції плоскої хвилі на нескінченній решітці з ідеально провідних стрічок.
21. Метод задачі Римана-Гільберта, розв'язання задач дифракції.

## III. СТАТИСТИЧНА РАДІОФІЗИКА

1. Основні поняття теорії випадкових процесів. Стаціонарні й нестаціонарні випадкові процеси та способи їх опису.
2. Кореляційно-спектральна теорія стохастичних процесів.
3. Статистичні характеристики огибаючої та фази вузькосмугового нормального стохастичного процесу.

4. Стохастичні поля. Однорідні та ізотропні поля скалярних і векторних величин. Кореляційна функція та спектри.
5. Теплові флуктуації в електродинаміці.
6. Статистичні явища в радіофізиці. Статистична теорія антен. Статистична теорія розповсюдження радіохвиль.

#### IV. ФІЗИЧНА ЕЛЕКТРОНІКА

1. Види емісії.
2. Елементарні процеси в іонізованому газі. Основні поняття фізики атомних зіткнень. Переріз розсіювання.
3. Фундаментальні методи теоретичного дослідження плазми. Кінетичні рівняння для електронів у слабоіонізованому газі.
4. Методи діагностики розрядної плазми. Електричні зонди. Рефракційний, інтерференційний та лазерний методи діагностики.
5. Зонна теорія напівпровідників. Ефективна маса.
6. Статистика електронів та дірок в напівпровідниках, концентрація носіїв.
7. Кінетичні явища в напівпровідниках. Кінетичне рівняння Больцмана. Ефект Хола. Електропровідність.
8. Рівняння неперервності. Контактні явища, p-n перехід.
9. Дифузійний та дрейфовий транзистори. МДН, МОН- транзистори.
10. Прилади НВЧ-діапазону – тунельний діод. Лавинно-пролітний діод, діод Ганна.
11. Поглинання та випромінювання в напівпровідниках, прямі та непрямі переходи.
12. Світлодіод. Напівпровідниковий лазер. Критерій виникнення лазерного випромінювання.
13. Фотоелектричні прилади – фоторезистор, фотодіод, фототріод, оптрон. Оптиелектроніка.

#### V. КВАНТОВА РАДІОФІЗИКА

1. Атом водню і воднеподібні атоми.
2. Атоми з багатьма електронами.
3. Стаціонарні стани молекул.
4. Взаємодія електромагнітного поля речовини в дипольному наближенні. Лінійні та нелінійні тензори діелектричного сприйняття.
5. Напівкласична теорія випромінювання.
6. Імовірність однофотонних і багатофотонних процесів. Спонтанні та індуковані переходи.
7. Форма та інтенсивності спектральних ліній. Форма спектральних ліній в атомарних і молекулярних газах, електронні, коливальні та обертальні переходи. Правила відбору.
8. Однорідне і неоднорідне розширення спектральних ліній. Природня ширина, зштовхувальне і доплерівське розширення. Поперечний та поздовжній час релаксації.
9. Принципи роботи приладів квантової електроніки. Методи створення інверсії населеності та негативного поглинання.
10. Молекулярний генератор. Рівняння для поля в квантовому генераторі.
11. Оптичні резонатори, несталий резонатор.
12. Гаусівські пучки. Розповсюдження у вільному просторі. Граничні умови резонатора.
13. Поздовжні та поперечні типи коливальних, спектр частот та розбіжність (спрямованість) випромінювання. Добротність.
14. Будова та параметри лазера.
15. Лазери на вимушеному комбінаційному розсіянні. Режим роботи лазерів. Надкороткі імпульси.

16. Методи стабілізації частоти лазерів.
17. Гільберт-оптика. Фазові дифракційні елементи для виконання перетворення Гільберта хвильового пучка.
18. Формування профілю розподілу інтенсивності лазерного пучка дифракційними структурами.
19. Атомна спектроскопія. Методи дослідження рідбергівських станів атомів.
20. Квантові стандарти частоти.

## VI. НЕЛІНІЙНА РАДІОФІЗИКА

1. Загальні відомості про нелінійні явища.
2. Методи нелінійної радіофізики.
3. Самодія та взаємодія електромагнітних хвиль.
4. Ударні хвилі. Солітони.
5. Самофокусування пучків хвиль.
6. Нестійкості, їх типи.
7. Нелінійні явища в квантовій радіофізиці.
8. Нелінійні явища в плазмі та навколоземному просторі.
9. Нелінійні явища в статистичній радіофізиці.
10. Детермінований хаос в радіофізиці.
11. Самоорганізація в радіофізиці.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Мигулин В.В. Теория колебаний. М., Наука, 1987.
2. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Часть 1. Наука, 1976.
3. Рытов С.М., Кравцов Ю.А., Татарский В.И. Введение в статистическую радиофизику. Часть 2. М., Наука, 1978.
4. Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме. М., Физматгиз, 1967.
5. Ярив А. Квантовая электроника и нелинейная оптика. М., Советское радио, 1973.
6. Пантел Р., Путхоф Г. Основы квантовой электроники. М., Мир, 1972.
7. Микаэлян А.Л., Тер-Микаэлян М.Л., Турков Ю.Г. Оптические квантовые генераторы на твердом теле. М., Советское радио, 1967.
8. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. М., Наука, 1983.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М., Наука, 1984.
10. Додд Р., Эйлбек Дж., Гиббон Дж., Моррис Х. Солитоны и нелинейные волновые уравнения. М., Мир, 1988.
11. Шустер Г. Детерминированный хаос. М., Мир, 1988.
12. Соболев В.Д. Физические основы электронной техники. М., Высшая школа, 1979.
13. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М., Наука, 1987.
14. Сипкевич О.А., Стаханов Н.П. Физика плазмы, стационарные процессы в частично ионизированном газе. М., Высшая школа, 1991.
15. Ржевкин К.С. Физические принципы действия полупроводниковых приборов. М., МГУ, 1986.
16. Черногор Л.Ф. Нелінійна радіофізика. Підручник. Харків, ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016.
17. Лазоренко О.В., Черногор Л.Ф. Нелинейные явления в радиофизике: Сборник задач. Харьков, ХГУ, 1998.
18. Григорук В.І., Коротков П.А., Хижняк А.І. Лазерна фізика. Київ, МП "Леся", 1997.
19. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. М., Мир, т.т. 1,2, 1984.

20. Викулин Н.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. М., Радио и связь, 1990.
21. Светличный В.Н. Твердотельная электроника, тексты лекций. Харьков, ХГУ, ч.1, ч.2, 1990.
22. Прохоров Э.Д. Твердотельная электроника, тексты лекций. Харьков, ХГУ, ч.3, 4, 1993.
23. Kraus, J.D. Electromagnetics. 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, 1992. XIX.
24. Kraus, J.D. Antennas, McGraw-Hill, 1988. XXV.
25. Baker, G.L., and J.P. Gollub. Chaotic Dynamics. Cambridge University Press, 1996.