

# Програма до курсу “Статистична радіофізика та оптика”

## 1. Методи теорії випадкових процесів в фізиці коливань та хвиль[5,7].

- 1.1. Детерміноване та стохастичне описання реальних процесів. @Вірогідність. @Розподіл вірогідності.
- 1.2. Випадкові змінні.
- 1.3. @Багатовимірні статистичні процеси. Статистична незалежність.
- 1.4. @Статистичний ансамбль. @Усереднення. @Моменти. @Характеристичні функції. @Кумулянти.
- 1.5. @Центральна гранична теорема.
- 1.6. Випадкові процеси. Стаціонарність. Статистичне усереднення та усереднення в часі. Ергодичність..
- 1.7. Кореляційні та спектральні характеристики. Зв'язок між ними. Теорема Вінера-Хінчіна.

## 2. Стохастичні диференціальні рівняння[5].

- 2.1. Випадкові процеси із незалежними приращеннями.
- 2.2. Аналіз випадкових коливань шляхом усереднення точного рішення.
- 2.3. Лінійна система під дією випадкових сил. @Функція Гріна. @Інтеграл Дюамеля. Аппаратна функція.
- 2.4. Використання наближених методів при невідомому точному рішенні.
- 2.5. Методи лінеаризації. Статистична лінеаризація.

## 3. Марковські процеси[6,5].

- 3.1. Вірогідності переходу. @Марковські ланцюги.
- 3.2. @Рівняння Смолуховського. @Марковський процес для дискретних станів.
- 3.3. Сума випадкових фазорів. Розподіл Релея.
- 3.4. @Рівняння Фокера-Планка.

## 4. Моделі випадкових полів та процесів[5].

- 4.1. Гаусів процес.
- 4.2. Вузькосмуговий стаціонарний шум, вузькосмуговий гаусів шум.
- 4.3. Негаусів квазігармонійний процес. Універсальність рівномірного розподілу фази.
- 4.4. Амплітудна модуляція.
- 4.5. Фазова модуляція.
- 4.6. Вінеровський процес.
- 4.7. Частотна модуляція.
- 4.8. Імпульсні процеси. Пуассонів процес.
- 4.9. Статистика уширення спектральних ліній в оптиці.
- 4.10. Фотовідліки у випадковому світловому полі.
- 4.11. Шум фотоплівки[19].

## 5. Відгук лінійної коливальної системи на шум[5,6].

- 5.1. Перетворення кореляційних функцій і спектрів лінійною системою.
- 5.2. Фільтрація шуму. @RC-фільтр.
- 5.3. Коливальний контур. Встановлення шумових коливань лінійного осцилятора.
- 5.4. Лінійна система, як усереднююча система.
- 5.5. Дія шуму на лінійну систему. Нормалізація флуктуацій в вузькополосних системах.

## 6. Власні шуми лінійних систем. Спільна дія шуму і сигналу[5].

- 6.1. Теплові шуми. Формула Найквіста.
- 6.2. Дробовий шум.
- 6.3. Відношення сигнал/шум. Спільна дія шуму і сигналу. Оптимальний лінійний фільтр. Виявлення сигналів на фоні шуму.

- 6.4. Виділення сигналу з шуму. Рівняння Вінера-Хопфа.
- 6.5. Оптимальні фільтри та корелятори.
- 7. Випадкові хвилі в лінійних системах[5,7].**
  - 7.1. Когерентність, методи виміру. Функція взаємної когерентності. Просторова та часова когерентність, методи виміру.
  - 7.2. Фур'є-спектроскопія.
  - 7.3. Поперекова кореляційна функція та кутовий спектр статистично неоднорідного та ізотропного світлового жмутка.
  - 7.4. Розповсюдження функції когерентності. Теорема Ван Циттера-Церніке.
- 8. Нелінійні перетворення шуму[5].**
  - 8.1. Нелінійне безінерційне перетворення. Помноження частоти. Статистичний виграш.
  - 8.2. Корреляційні функції і спектри на виході помножувача частоти.
  - 8.3. Вимірювання слабких сигналів та шумів. Радіометри.
- 9. Нелінійні перетворення оптичного шуму[5].**
  - 9.1. Гетеродинування світла. Спектроскопія надвисокого розділення.
- 10. Нелінійні хвильові процеси[5,2,12].**
  - 10.1. Скорочені рівняння для хвиль в сильнодиспергуючому середовищі.
  - 10.2. Взаємодія хвиль в сильнодиспергуючих середовищах.
  - 10.3. Класифікація нелінійних ефектів. Квазичастки. Двочастотна, тричастотна взаємодія. Розпад хвиль (часток).
  - 10.4. Рівняння для нелінійних хвиль та використання методу ПЗА.
  - 10.5. Генерація другої оптичної гармоніки випромінювання з неповною часовою та просторовою когерентністю.
  - 10.6. Самофокусування світла.
- 11. Флуктуації амплітуди та фази в томсонівському генераторі[5,6].**
  - 11.1. Флуктуації амплітуди та фази. Технічна та природна ширина лінії.
  - 11.2. Природні флуктуації амплітуди та фази в томсонівському генераторі. Скорочені рівняння.
  - 11.3. Спектральна густина частотних флуктуацій в томсонівському генераторі. Спектр коливань.
  - 11.4. Натуральна ширина спектральної лінії в томсонівському генераторі.

# - питання, що виносяться для самостійної роботи.

@ - питання, з якими, як передбачається, студенти знайомі і які включені до курсу задля цільності курсу

## Література.

1. Мигулин В.В., Медведев В.И., Мустель Е.Р., Парыгин В.Н. Основы теории колебаний. - М.: Наука, 1988.
2. Виноградова М.Б, Руденко О.В., Сухоруков А.П., Теория волн. М.: Наука, 1990.
3. Крауфорд Ф. Волны (БКФ, т.3). - М.: Мир, 1984.
4. Уизем Дж., Линейные и нелинейные волны, М:Мир, 1977.
5. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С., Введение в статистическую радиофизику и оптику, М.: Наука, 1981.
6. Рытов С.М., Введение в статистическую радиофизику. Часть I. Случайные процессы, М.: Наука, 1976.
7. Гудмен Дж. Статистическая оптика, М: "Мир", 1988.
8. Рытов С.М., Кравцов Ю.А., Татарский В.И., Введение в статистическую радиофизику. Часть II. Случайные поля, М.: Наука, 1978.

9. Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С Введение в синергетику, М.:Наука, 1990.
- 10.Мандельштам Л.И. Лекции по теории колебаний. - М.:Наука, 1972
- 11.Горелик Г.С. Колебания и волны. - М.:Физматгиз, 1959.
- 12.Сухоруков А.П., Нелинейные волновые взаимодействия в оптике и радиофизике. - М.:Наука, 1988.
- 13.Пиппард А. Физика колебаний.-М.:Высшая школа,1985.
- 14.Рабинович М.И., Трубецков Д.И., Введение в теорию колебаний и волн, М.:Наука, 1984.
- 15.Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А., Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний, М.:Наука, 1974.
- 16.Моисеев Н.Н. Асимптотические методы нелинейной механики, М.:Наука, 1981.
- 17.Шустер Г. Детерминированный хаос, М.:Мир, 1988.
- 18.Ф.Т.С. Юу Введение в теорию дифракции, обработку информации и голографию. М: Советское радио, 1979