

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по развитию образования
_____ Е.В.Сапир

" ____ " _____ 2012 г.

**Рабочая программа дисциплины
послевузовского профессионального образования
(аспирантура)**

**Применение аппарата марковских процессов для исследования
радиофизических систем**

по специальности научных работников

01.04.03 Радиофизика

Ярославль 2012

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины **“Применение аппарата марковских процессов для исследования радиофизических систем”** в соответствии с общими целями основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (далее - образовательная программа послевузовского профессионального образования) являются: *овладение методами анализа статистических характеристик радиофизических процессов и систем, формирование научного мировоззрения.*

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы послевузовского профессионального образования

Дисциплина “Применение аппарата марковских процессов для исследования радиофизических систем” относится к разделу специальных дисциплин (подраздел дисциплины по выбору) образовательной программы послевузовского профессионального образования по специальности научных работников 05.12.04 - Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, и посвящена вопросам применения теории марковских процессов для решения задач статистической радиотехники. Дисциплина имеет логические и содержательно-методические взаимосвязи с другими частями ООП, а именно с обязательной дисциплиной «Специальность», курсом по выбору (Исследование флуктуационных процессов в сосредоточенных и распределенных стохастических системах). Для изучения дисциплины необходимы «входные» знания, умения, полученные в процессе обучения по программам специалитета, бакалавриата, магистратуры, а также при изучении дисциплины «Специальность (Современные проблемы и перспективы развития радиофизики)» в аспирантуре. Освоение данной дисциплины способствует научно-исследовательской работе аспиранта.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины «Применение аппарата марковских процессов для исследования радиофизических систем»

В результате освоения дисциплины «Применение аппарата марковских процессов для исследования радиофизических систем» обучающийся должен:

знать:

основы аппарата теории марковских процессов; условия и области применения моделей радиофизических процессов в форме марковских цепей, марковских последовательностей, дискретных марковских процессов, непрерывнозначных марковских процессов, методику построения марковских моделей в форме соответствующих вероятностных уравнений, методы и методики решения уравнений;

уметь:

формировать идеализированное представление об объекте и отбрасывать несущественные его свойства; строить математические модели объектов в форме уравнений на основе сделанных идеализаций и допущений; исследовать уравнения численными или аналитическими средствами; делать содержательные технические или физические выводы о свойствах исследуемого объекта (или процесса);

владеть:

методами и приемами исследования радиофизических процессов с применением аппарата марковских процессов.

4. Структура и содержание дисциплины «Применение аппарата марковских процессов для исследования радиофизических систем»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Курс	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоемкость (в часах) Форма обуч.: очная/заочная					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям) Форма промежуточной аттестации	
				Лекций	Лабораторных	Практических	Сам. работа	Контроль сам. работы		
1	Тема 1. Введение. Предмет и задачи курса.	1	1	2						
2	Тема 2. Цепи Маркова		2,3				12			реферат
3	Тема 3. Дискретные марковские процессы.	1	4,5				12			реферат
4	Тема 4. Непрерывные марковские процессы.	1	6,7				10			реферат
5	Тема 5. Применение марковских процессов в радиофизических задачах.	1	8,9				10			реферат
6	Тема 6. Применение условных марковских процессов в задачах фильтрации случайных сигналов.	1	10				12			реферат
7	Тема 7. Применение условных марковских процессов в задачах обнаружения случайных сигналов.		11				12			реферат
8	Итоговое занятие	1	12	2						зачет
				4			68			Зачет

Содержание дисциплины

Тема 1.

Введение. Предмет и задачи курса. Вероятности перехода. Уравнение Колмогорова-Чепмена. Классификация марковских процессов.

Тема 2.

Цепи Маркова. Уравнение Маркова. Ориентированный граф. Однородные цепи Маркова. Матрица одношаговых вероятностей. Уравнение финальных вероятностей. Поглощающие цепи Маркова. Эргодические цепи Маркова. Простая однородная цепь Маркова с двумя состояниями. Статистическое нацеливание узких диаграмм направленности антенн приемопередатчиков в системах связи. Автоматическая регулировка порога в самообучающейся схеме обнаружения.

Тема 3.

Дискретные марковские процессы. Дифференциальные уравнения для разрывных Марковских процессов с дискретными состояниями. Пуассоновский поток событий. Процесс гибели и размножения. Элементы теории надежности и массового обслуживания. Импульсные марковские процессы с дискретными состояниями. Разрывные марковские процессы с непрерывным множеством состояний.

Тема 4.

Непрерывные марковские процессы. Броуновское движение. Уравнение Колмогорова для непрерывных марковских процессов. Белый шум и винеровский процесс. Связь уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова с дифференциальным стохастическим уравнением. Решение уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова. Задача о достижении границ. Многомерные диффузионные процессы.

Тема 5.

Применение марковских процессов в радиотехнических задачах. Границы применимости теории марковских процессов в радиотехнических задачах. Воздействие шума на колебательный контур. Флюктуации амплитуды и фазы колебаний в автогенераторе. Воздействие шума на детектор с экспоненциальной характеристикой. Срыв слежения в простейших системах автоматического регулирования.

Тема 6.

Применение условных марковских процессов в задачах фильтрации случайных сигналов. Основные соотношения для условных вероятностей состояний марковского процесса. Фильтрация марковского процесса с двумя состояниями из белого шума. Фильтрация марковского процесса с дискретными состояниями из белого шума. Уравнения фильтрации марковского сообщения из белого шума и марковской помехи. Основное уравнение нелинейной фильтрации для непрерывных марковских процессов. Помехоустойчивость оптимальных методов приема радиосигналов, модулированных непрерывными сообщениями.

Тема 7.

Применение условных марковских процессов в задачах обнаружения случайных сигналов. Оптимальное обнаружение марковских сигналов на фоне белого шума и марковских помех при дискретном наблюдении. Оптимальное обнаружение марковских сигналов на фоне белого шума и марковских помех при непрерывном наблюдении.

5. Образовательные технологии

В преподавании используются мультимедийные презентации, иллюстрации, таблицы, методические пособия.

В преподавании курса используются активные и интерактивные технологии проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В качестве средств текущего контроля используется написание в течение года 2-х рефератов на выбранную тему. Итоговая форма контроля (зачет) дает возможность выявить уровень профессиональной подготовки аспиранта по данной дисциплине.

Темы рефератов:

1. Разрывные марковские процессы с непрерывным множеством состояний.
2. Задача о достижении фиксированных границ.
3. Задача о достижении нефиксированных границ.
4. Параллельный колебательный контур под воздействием сигнала и шума.
5. Флюктуации амплитуды и фазы колебаний в автогенераторе с трансформаторной обратной связью.
6. Синхронизация генераторов при наличии шума.
7. Система фазовой автоподстройки частоты под воздействием шума.
8. Фильтрация марковского процесса с двумя состояниями из белого шума.
9. Фильтрация марковского процесса с дискретными состояниями из белого шума.
10. Фильтрация радиосигналов, модулированных непрерывными сообщениями.

11. Оптимальное обнаружение марковских сигналов на фоне белого шума и марковских помех при дискретном наблюдении.
12. Оптимальное обнаружение марковских сигналов на фоне белого шума и марковских помех при непрерывном наблюдении.

Вопросы к аттестации (зачету)

1. Основные понятия и свойства марковских процессов.
2. Классификация марковских процессов.
3. Уравнение Колмогорова-Чепмэна для условной плотности вероятности Марковского процесса.
4. Цепи Маркова с конечным числом состояний. Уравнение Маркова.
5. Дискретные марковские процессы. Уравнение Колмогорова-Чепмэна для вероятностей перехода.
6. Цепи Маркова с бесконечным числом состояний. Марковские последовательности. Уравнение Колмогорова-Чепмэна.
7. Непрерывнозначные марковские процессы. Уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК).
8. Многомерные марковские процессы. Уравнение ФПК для многомерных процессов.
9. Основы марковской теории оценивания в радиолокации.
10. Синтез алгоритмов селекции движущихся целей.
11. Оптимальная оценка траекторий марковских процессов.
12. Основы марковской теории оценивания в радионавигации.
13. Синтез и анализ определения координат объекта по сигналам навигационных спутников.
14. Основы марковской теории оценивания в радиосвязи.
15. Квазиоптимальная фильтрация марковских последовательностей в многолучевых каналах связи.
16. Импульсные марковские процессы с дискретными состояниями.
17. Разрывные марковские процессы с непрерывным множеством состояний.
18. Воздействие белого шума на интегрирующую цепочку.
19. Задача о достижении фиксированных границ.
20. Задача о достижении нефиксированных границ.
21. Воздействие шума на параллельный колебательный контур.
22. Параллельный колебательный контур под воздействием сигнала и шума.
23. Флюктуации амплитуды и фазы колебаний в автогенераторе с трансформаторной обратной связью.
24. Синхронизация генераторов при наличии шума.
25. Система фазовой автоподстройки частоты под воздействием шума.
26. Воздействие шума на амплитудный детектор с экспоненциальной характеристикой.
27. Срыв слежения в простейших системах авторегулирования.
28. Фильтрация марковского процесса с двумя состояниями из белого шума.
29. Фильтрация марковского процесса с дискретными состояниями из белого шума.
30. Помехоустойчивость оптимальных методов приема радиосигналов, модулированных непрерывными сообщениями.
31. Оптимальное обнаружение марковских сигналов на фоне белого шума и марковских помех при дискретном наблюдении.
32. Оптимальное обнаружение марковских сигналов на фоне белого шума и марковских помех при непрерывном наблюдении.
33. Основы марковской теории оценивания в радиолокации.
34. Синтез алгоритмов селекции движущихся целей.
35. Оптимальная оценка траекторий марковских процессов.
36. Основы марковской теории оценивания в радионавигации.

37. Синтез и анализ определения координат объекта по сигналам навигационных спутников.
 38. Основы марковской теории оценивания в радиосвязи.
 39. Квазиоптимальная фильтрация марковских последовательностей в многолучевых каналах связи.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Казаков Л.Н., Силантьев А.Б. *Статистический анализ цифровых систем радиоавтоматики / Учеб. пособие.: Изд-во ЯВЗРУ ПВО, 2009.-164 с.*
2. Шахтарин Б.И. *Нелинейная оптимальная фильтрация в примерах и задачах / Учеб. пособие.: М.: Гелиос АРВ, 2008.-344 с.*

б) дополнительная литература:

1. Казаков Л.Н., Башмаков М.В. *Математические модели стохастических цифровых систем фазовой синхронизации / Учебное пособие.: Изд-во ЯрГУ, Ярославль, 2001.-152 с.*
2. Тихонов В.И., Харисов В.Н. *Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.:Связь. 2004.-608 с.*
3. Тихонов В.И., Миронов М.А. *Марковские процессы. М.: Наука, 1977. 561 с.*
4. Казаков В.А. *Введение в теорию марковских процессов и некоторые радиотехнические задачи. М.: Советское радио, 1973. 232 с.*

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение персональных компьютеров; информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети; информационное и программное обеспечение глобальной сети Internet:

- электронная библиотека elibrary.ru;
- открытый международный архив электронных препринтов arXiv.org;
- базы патентов, открытый поиск wipo.int;
- базы данных ВИНТИ viniti.msk.su;
- информационно-поисковая система РГБ rsl.ru;
- информационно-поисковая система и базы данных Международного центра научной и технической информации icsti.su.;

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- компьютер и мультимедийный проектор;
- набор электронных презентаций и схем по курсу.

Программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (приказ Минобрнауки от 16.03.2011 г. № 1365) с учетом рекомендаций, изложенных в письме Минобрнауки от 22.06.2011 г. № ИБ – 733/12.

Программа одобрена на заседании кафедры радиотехнических систем
 16.10.2012 (протокол № 2)

Заведующий кафедрой: Казаков Л.Н., доктор технических наук, профессор

Автор: Казаков Л.Н., доктор технических наук, профессор