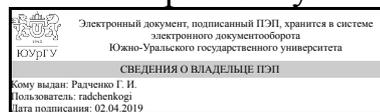


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук



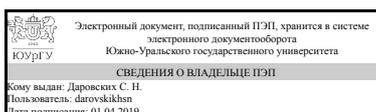
Г. И. Радченко

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 27.06.2018 №084-2181**

**дисциплины Б.1.31 Статистическая радиотехника
для специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
уровень специалист тип программы Специалитет
специализация Радиосистемы и комплексы управления
форма обучения очная
кафедра-разработчик Инфокоммуникационные технологии**

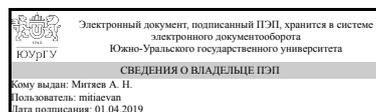
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утверждённым приказом Минобрнауки от 11.08.2016 № 1031

Зав.кафедрой разработчика,
Д.техн.н., доц.



С. Н. Даровских

Разработчик программы,
старший преподаватель



А. Н. Митяев

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины состоит в том, чтобы ознакомить учащихся с основами методов обработки сигналов, принимаемых на фоне помех той или иной природы.

Краткое содержание дисциплины

1 Основы теории случайных процессов. 2. Преобразование случайных процессов линейными динамическими системами. 3. Оценка параметров сигналов. 4. Обнаружение и различение сигналов. 5. Выделение сигналов на фоне помех .

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-5 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Знать:источники научно-технической информации по методам расчёта и алгоритмам решения задач по оцениванию, обнаружению, фильтрации параметров радиосигналов.
	Уметь:осуществлять поиск , анализировать информацию и выбирать передовые методы решения задач по оцениванию, обнаружению, фильтрации параметров радиосигналов.
	Владеть:методами оптимизации принимаемых решений с целью получения наилучших показателей качества.
ПК-9 способностью изучать и использовать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, отражающую достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области радиотехники	Знать:современные направления развития алгоритмов и численных методов для решения актуальных задач в статистической радиотехнике.
	Уметь:использовать на практике найденные алгоритмы и способы их реализации.
	Владеть:современными способами реализации алгоритмов для решения актуальных задач в статистической радиотехнике.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.18 Метрология и электрорадиоизмерения	В.1.11 Основы теории радиосистем и комплексов управления

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.18 Метрология и электрорадиоизмерения	Знание происхождения погрешностей измерений, навыки определения источника погрешности измерения, умение описать модель

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	80	80	
Подготовка к практическим занятиям и к зачету	80	80	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы теории случайных процессов	16	8	8	0
2	Преобразование случайных процессов линейными динамическими системами.	12	6	6	0
3	Оценка параметров сигналов .	12	6	6	0
4	Обнаружение и различение сигналов	12	6	6	0
5	Выделение сигналов на фоне помех	12	6	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Понятие случайного процесса. Одномерный закон распределения случайного процесса. Одномерные числовые характеристики случайного процесса. Двумерный закон распределения случайного процесса. Корреляционная и ковариационная функции случайного процесса. Многомерный закон распределения случайного процесса.	2
2	1	Стационарные в "узком" и "широком" смысле случайные процессы. Спектральная плотность мощности стационарного случайного процесса. Эргодические случайные процессы. Комплексные случайные процессы. Широкополосные и узкополосные случайные процессы. Белый шум.	2
3	1	Каноническое представление случайных процессов. Разложение корреляционной функции случайного процесса в ряд по собственным функциям. Гармонический сигнал со случайной амплитудой и начальной фазой.	2

4	1	Гауссовские случайные процессы. Функционал плотности вероятности гауссовского случайного процесса. Функционал плотности вероятности белого гауссовского шума. Функционал плотности вероятности суммы белого шума и квазидетерминированного сигнала.	2
5	2	Понятие линейной динамической системы. Дифференциальные и интегральные уравнения динамической системы. Дифференцирование случайного процесса. Корреляционная функция производной случайного процесса. Интегрирование случайного процесса. Корреляционная функция интеграла с переменным верхним пределом от случайного процесса.	2
6	2	Линейная фильтрация случайных процессов. Линейные нестационарные и стационарные фильтры. Каузальные и некаузальные линейные фильтры. Корреляционная функция процесса на выходе линейного фильтра.	1
7	2	Корреляционная функция стационарного процесса на выходе стационарного линейного фильтра. Спектральная плотность мощности на выходе стационарного фильтра. Корреляционная функция на выходе линейного фильтра при воздействии белого шума.	1
8	2	Примеры прохождения случайного процесса через линейные фильтры в виде интегрирующей и дифференцирующей РС - цепочек.	2
9	3	Оценка параметров - как задача теории статистических решений. Алгоритм оценки параметров при различных функциях стоимости. Критерий максимального правдоподобия и его свойства. Примеры оценки параметров по критерию максимального правдоподобия.	2
10	3	Потенциальная точность оценки параметров. Неравенство Рао-Крамера. Потенциальная точность оценки задержки сигнала и приращения частоты узкополосного сигнала в белом гауссовском шуме.	2
11	3	Алгоритм оценки энергетических и неэнергетических параметров сигнала. Оценка амплитуды детерминированного сигнала. Алгоритм оценки задержки и приращения частоты узкополосного сигнала в белом гауссовском шуме.	2
12	4	Обнаружение и различение сигналов как задача проверки гипотез - задача теории статистических решений. Алгоритм обнаружения детерминированного сигнала в белом гауссовском шуме. Алгоритм различения двух детерминированных сигналов в белом гауссовском шуме. Согласованный фильтр. Рабочие характеристики обнаружения.	1
13	4	Алгоритм обнаружения сигнала со случайной амплитудой и начальной фазой в белом гауссовском шуме. Рабочие характеристики обнаружения.	2
14	4	Алгоритм обнаружения детерминированного сигнала в небелом гауссовском шуме. Сингулярное обнаружение. Метод выбеливания. Режекторные фильтры.	1
15	4	Алгоритм обнаружения когерентной и некогерентной пачки импульсов в белом гауссовском шуме. Рабочие характеристики обнаружения.	2
16	5	Выделение сигналов из помех - как обобщение задачи оценки параметров сигнала. Выделение гауссовских сигналов по критерию максимума апостериорной плотности вероятности на фоне белого гауссовского шума.	2
17	5	Интерпретация алгоритма фильтрации. Дискриминатор и сглаживающий фильтр. Динамические и флуктуационные ошибки фильтрации.	2
18	5	Фильтр Калмана-Бьюси.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	Понятие случайного процесса. Одномерный закон распределения случайного	4

		процесса. Одномерные числовые характеристики случайного процесса. Двумерный закон распределения случайного процесса. Корреляционная и ковариационная функции случайного процесса. Многомерный закон распределения случайного процесса. Стационарные в "узком" и "широком" смысле случайные процессы. Спектральная плотность мощности стационарного случайного процесса. Эргодические случайные процессы. Комплексные случайные процессы. Широкополосные и узкополосные случайные процессы. Белый шум.	
3-4	1	Каноническое представление случайных процессов. Разложение корреляционной функции случайного процесса в ряд по собственным функциям. Гармонический сигнал со случайной амплитудой и начальной фазой. Гауссовские случайные процессы. Функционал плотности вероятности гауссовского случайного процесса. Функционал плотности вероятности белого гауссовского шума. Функционал плотности вероятности суммы белого шума и квазидетерминированного сигнала.	4
5-6	2	Понятие линейной динамической системы. Дифференциальные и интегральные уравнения динамической системы. Дифференцирование случайного процесса. Корреляционная функция производной случайного процесса. Интегрирование случайного процесса. Корреляционная функция интеграла с переменным верхним пределом от случайного процесса. Линейная фильтрация случайных процессов. Линейные нестационарные и стационарные фильтры. Каузальные и некаузальные линейные фильтры. Корреляционная функция процесса на выходе линейного фильтра.	3
7-8	2	Корреляционная функция стационарного процесса на выходе стационарного линейного фильтра. Спектральная плотность мощности на выходе стационарного фильтра. Корреляционная функция на выходе линейного фильтра при воздействии белого шума. Примеры прохождения случайного процесса через линейные фильтры в виде интегрирующей и дифференцирующей RC - цепочек.	3
9-10	3	Оценка параметров - как задача теории статистических решений. Алгоритм оценки параметров при различных функциях стоимости. Критерий максимального правдоподобия и его свойства. Примеры оценки параметров по критерию максимального правдоподобия. Потенциальная точность оценки параметров. Неравенство Рао-Крамера. Потенциальная точность оценки задержки сигнала и приращения частоты узкополосного сигнала в белом гауссовском шуме.	4
11	3	Алгоритм оценки энергетических и неэнергетических параметров сигнала. Оценка амплитуды детерминированного сигнала. Алгоритм оценки задержки и приращения частоты узкополосного сигнала в белом гауссовском шуме.	2
12-13	4	Обнаружение и различение сигналов как задача проверки гипотез - задача теории статистических решений. Алгоритм обнаружения детерминированного сигнала в белом гауссовском шуме. Алгоритм различения двух детерминированных сигналов в белом гауссовском шуме. Согласованный фильтр. Рабочие характеристики обнаружения. Алгоритм обнаружения сигнала со случайной амплитудой и начальной фазой в белом гауссовском шуме. Рабочие характеристики обнаружения.	3
14-15	4	Алгоритм обнаружения детерминированного сигнала в небелом гауссовском шуме. Сингулярное обнаружение. Метод выбеливания. Режекторные фильтры. Алгоритм обнаружения когерентной и некогерентной пачки импульсов в белом гауссовском шуме. Рабочие характеристики обнаружения.	3
16	5	Выделение сигналов из помех - как обобщение задачи оценки параметров сигнала. Выделение гауссовских сигналов по критерию максимума апостериорной плотности вероятности на фоне белого гауссовского шума.	2
17-18	5	Интерпретация алгоритма фильтрации. Дискриминатор и сглаживающий	4

	фильтр. Динамические и флуктуационные ошибки фильтрации. Фильтр Калмана-Бьюси.	
--	--	--

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к практическим занятиям	Литература приведена в разделе 8.	40
Подготовка к зачету и экзамену	Литература приведена в разделе 8. Конспект лекций.	40

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Моделирование сигналов от различных отражённых объектов	Практические занятия и семинары	Моделируется отражённый сигнал от одного или нескольких объектов одновременно с детерминированными энергетическими параметрами и случайными не энергетическими параметрами. С помощью модели вычисляется эффективность работы алгоритмов фильтрации в конкретной ситуации.	4

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Основы теории случайных процессов	ОПК-5 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-	проверка контрольных работ	Выполнение контрольных работ, для повторения основ знаний необходимых для изучения курса.

	математический аппарат		
Преобразование случайных процессов линейными динамическими системами.	ОПК-5 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Экзамен	Ответ на вопросы в экзаменационном билете.
Оценка параметров сигналов .	ПК-9 способностью изучать и использовать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, отражающую достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области радиотехники	Экзамен	Ответ на вопросы в экзаменационном билете.
Обнаружение и различение сигналов	ПК-9 способностью изучать и использовать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, отражающую достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области радиотехники	Экзамен	Ответ на вопросы в экзаменационном билете.
Выделение сигналов на фоне помех	ПК-9 способностью изучать и использовать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, отражающую достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области радиотехники	Экзамен	Ответ на вопросы в экзаменационном билете.

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
проверка контрольных работ	В начале следующего практического занятия преподавателем проводится проверка решенных задач. Преподаватель может задавать студенту вопросы по теоретической и практической части решения задач.	Отлично: правильное выполнение домашних заданий (решение задач). Задачи должны быть решены все, красиво и четко оформлены текстовые, графические, цифровые материалы, сделаны выводы. В процессе обсуждения студент легко отвечает на поставленные вопросы, показывает хорошее знание теоретического материала, который использовался при решении задач. Хорошо: выставляется за некоторые неточности в решении задач (не учтены некоторые моменты), но решение в целом проведено правильно. Студент в процессе обсуждения должен объяснить неточности и прийти к правильному решению. Удовлетворительно: выполнение домашнего задания, когда не все задачи решены правильно. Студент не может полностью объяснить решение. Поверхностно сделаны выводы, представлены необоснованные положения. При обсуждении студент проявляет неуверенность, демонстрирует

		<p>слабое знание теоретического материала, но иногда дает аргументированные ответы на заданные вопросы.</p> <p>Неудовлетворительно: невыполнение домашнего задания (не приступал к его выполнению), не может ответить, почему он это сделал; если студент что-то сделал, но при общении затрудняется ответить на поставленные вопросы по теме, не знает теоретического материала, при ответе легко "уходит" в направлении неправильного объяснения; отсутствуют выводы, либо они носят декларативный характер.</p>
Экзамен	<p>По окончании курса сдаётся экзамен в виде ответа на билет содержащий теоретическую часть в виде темы ранее изученной во время освоения курса и практическую часть в виде задачи</p>	<p>Отлично: правильное решение задачи. Объёмный грамотный ответ на теоретический вопрос. В процессе обсуждения студент легко отвечает на поставленные вопросы, показывает хорошее знание теоретического материала, который использовался при решении задач.</p> <p>Хорошо: выставляется за некоторые неточности в решении задач (не учтены некоторые моменты), но решение в целом проведено правильно. Теоретический вопрос раскрыт не полностью. Студент в процессе обсуждения должен объяснить неточности и прийти к правильному решению, уточнить неясные моменты в теоретической части</p> <p>Удовлетворительно: В случае плохого знания теоретического материала, неточности в решении задачи. Студент не может полностью объяснить решение. Поверхностно сделаны выводы, представлены необоснованные положения. При обсуждении студент проявляет неуверенность, демонстрирует слабое знание теоретического материала, но иногда дает аргументированные ответы на заданные вопросы.</p> <p>Неудовлетворительно: Теоретическая часть билета не раскрыта, задача не решена. Студент не может ответить, почему он это сделал; если студент что-то сделал, но при общении затрудняется ответить на поставленные вопросы по теме, не знает теоретического материала, при ответе легко "уходит" в направлении неправильного объяснения; отсутствуют выводы, либо они носят декларативный характер.</p>

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
<p>проверка контрольных работ</p>	<p>Законы распределения дискретных случайных величин, рассматриваемые в статистической радиотехнике и смежных областях</p> <p>Законы распределения непрерывных случайных величин, рассматриваемые в статистической радиотехнике и смежных областях</p> <p>Числовые характеристики распределений одной случайной величины</p> <p>Способы описания совместного распределения совокупности случайных величин</p>

	<p>Числовые характеристики распределений совокупности случайных величин Многомерные распределения гауссовских случайных величин Распределение монотонной и немонотонной функции от случайной величины Распределение квадрата и модуля гауссовской случайной величины Плотность вероятности скалярной функции векторной случайной величины Распределение модуля случайного вектора с независимыми нормальными компонентами Практика.doc</p>
Экзамен	<p>1. Проверка двух простых гипотез. Критерий Байеса. Рабочие характеристики приёмника. 2. Проверка двух простых гипотез. Критерий идеального наблюдателя и минимаксный критерий. Рабочие характеристики приёмника. 3. Проверка двух простых гипотез. Критерий Неймана-Пирсона. Рабочие характеристики приёмника. 4. Случай M-гипотез. 5. Последовательный наблюдатель (критерий Вальда). Сложные гипотезы. 6. Случайные параметры: Байесовская оценка. Нижняя граница наименьшего среднего квадрата ошибки при оценке случайного параметра. 7. Оценка действительных (неслучайных) параметров. Неравенство Крамера - Рао. 8. Оценка нескольких параметров. 9. Описание случайных процессов. Представление выборочных функций рядами. 10. Гауссовские процессы и их основные свойства. Белый шум и его модели. 11. Марковские процессы. 12. Обнаружение и линейная оценка сигналов на фоне белого гауссового шума. 13. Воздействие случайных процессов на линейные системы. Экз бил по стат рад ИКТ.doc; Теоретические вопросы по СТР.doc</p>

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Горяинов, В. Т. Статистическая радиотехника: Примеры и задачи Учеб. пособие для радиотехн. вузов В. Т. Горяинов, А. Г. Журавлев, В. И. Тихонов; Под ред. В. И. Тихонова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Советское радио, 1980. - 543 с. ил.
2. Тихонов, В. И. Статистическая радиотехника Текст. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1982. - 624 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Ибрагимов, И. А. Гауссовские случайные процессы Текст И. А. Ибрагимов, Ю. А. Розанов. - М.: Наука, 1970. - 284 с.
2. Белов, П. В. Линейная алгебра и теория вероятности в приложении к исследованию систем передачи информации Учеб. пособие Моск. ин-т радиотехники, электрон. и автоматики; П. В. Белов и др. - М.: МИРЭА, 1993. - 124 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Перечень примеров решения типовых задач, основные формулы.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Перечень примеров решения типовых задач, основные формулы.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Конспект лекций	Учебно-методические материалы кафедры	Локальная Сеть / Свободный
2	Основная литература	Сенин, А.И. Статистическая радиотехника. Примеры и задачи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 71 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/52356 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
3	Дополнительная литература	Хрущева, И.В. Теория вероятностей. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 304 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/425 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	409 (ЛПК)	Мультимедийная аудитория