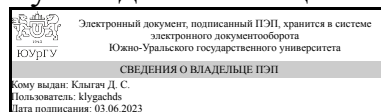


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель специальности



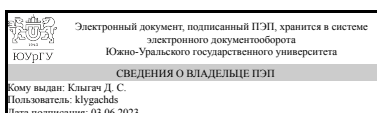
Д. С. Клыгач

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.20 Статистическая радиотехника
для специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
уровень Специалитет
форма обучения очная
кафедра-разработчик Радиоэлектроника и системы связи

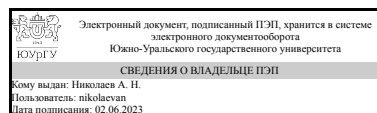
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.02.2018 № 94

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



Д. С. Клыгач

Разработчик программы,
доцент



А. Н. Николаев

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
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: методы системного и критического анализа использующие разделы математики интегральное исчисление, дифференциальное исчисление, матричные методы. Умеет: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций с помощью решения интегральных, дифференциальных и матричных уравнений. Имеет практический опыт: владения методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций с помощью математического аппарата для решения задач.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.05.02 Математический анализ, 1.Ф.10 Цифровая обработка сигналов, 1.О.30 Теория информации, 1.О.11 Основы теории цепей и электротехника, 1.Ф.07 Информационные технологии, 1.О.05.04 Теория вероятностей и математическая статистика, 1.О.05.03 Специальные главы математики, 1.Ф.05 Практикум по виду профессиональной деятельности	1.Ф.04 Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы, 1.Ф.08 Основы теории радиосистем и комплексов управления, 1.Ф.24 Методы оптимизации 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
1.О.05.03 Специальные главы математики	Знает: основные понятия векторного и комплексного анализа, теории рядов; основные математические методы специальных разделов математики, применяемые в исследовании

	профессиональных проблем., основные понятия векторного и комплексного анализа, теории рядов; основные математические методы специальных разделов математики, применяемые в исследовании профессиональных проблем. Умеет: использовать в профессиональной деятельности базовые знания специальных разделов математики; применять математические модели простейших систем и процессов для решения профессиональных задач., использовать в профессиональной деятельности базовые знания специальных разделов математики; применять математические модели простейших систем и процессов для решения профессиональных задач. Имеет практический опыт: использования средств и методов векторного и комплексного анализа, теории рядов в и основ математического моделирования в практической деятельности., использования средств и методов векторного и комплексного анализа, теории рядов в и основ математического моделирования в практической деятельности.
1.Ф.05 Практикум по виду профессиональной деятельности	Знает: методы системного и критического анализа; современное состояние проблем в своей профессиональной области., характеристики современной элементной базы цифровых устройств, номенклатуру интегральных схем отечественного и зарубежного производства, выполняющих основные функции радиотехнических устройств. Умеет: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; формулировать цели и задачи научных исследований., использовать современные САПР для проведения расчетов и проектирования цифровых радиотехнических устройств. Имеет практический опыт: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций., в навыках разработки и моделирования схем цифровых устройств с использованием языков описания аппаратуры.
1.О.05.02 Математический анализ	Знает: основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных; основные методы решения стандартных задач, использующих аппарат математического анализа., основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных; основные методы решения стандартных задач, использующих аппарат математического анализа. Умеет: использовать методы математического анализа для решения стандартных профессиональных задач; применять математический аппарат для аналитического описания процессов и явлений в

	профессиональных дисциплинах., использовать методы математического анализа для решения стандартных профессиональных задач; применять математический аппарат для аналитического описания процессов и явлений в профессиональных дисциплинах. Имеет практический опыт: решения прикладных задач с использованием методов математического анализа; применения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных в дисциплинах естественнонаучного содержания., решения прикладных задач с использованием методов математического анализа; применения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных в дисциплинах естественнонаучного содержания.
1.О.05.04 Теория вероятностей и математическая статистика	Знает: основные понятия и методы теории вероятностей и математической статистики, типовые законы распределения случайных величин, основные формулы математической статистики для решения прикладных задач в профессиональной деятельности., основные понятия и методы теории вероятностей и математической статистики, типовые законы распределения случайных величин, основные формулы математической статистики для решения прикладных задач в профессиональной деятельности. Умеет: применять математические пакеты программ для решения типовых задач теории вероятностей и математической статистики., применять математические пакеты программ для решения типовых задач теории вероятностей и математической статистики. Имеет практический опыт: навыками использования методов теории вероятностей и математической статистики для решения задач профессиональной деятельности по обработке результатов экспериментального исследования., навыками использования методов теории вероятностей и математической статистики для решения задач профессиональной деятельности по обработке результатов экспериментального исследования.
1.Ф.07 Информационные технологии	Знает: методы системного и критического анализа; современных систем передачи, обработки, хранения данных. Умеет: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; проводить диагностику и мониторинг ресурсов вычислительных сетей и ЭВМ. Имеет практический опыт: в методологии системного и критического анализа проблемных ситуаций; в использовании инструментальных средств современных операционных систем и вычислительных сетей.

1.О.30 Теория информации	Знает: методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации . Умеет: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; в частности решать типовые задачи кодирования и декодирования. Имеет практический опыт: методами количественного анализа процессов обработки, поиска и передачи информации; основами построения математических моделей текстовой информации и моделей систем передачи информации; навыками применения математического аппарата для решения прикладных теоретико-информационных задач.
1.Ф.10 Цифровая обработка сигналов	Знает: методы системного и критического анализа; методы математического описания линейных дискретных систем; основные этапы проектирования цифровых фильтров; основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров. Умеет: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; объяснять математическое описание линейных дискретных систем в виде алгоритмов; выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания. Имеет практический опыт: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; навыками составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов; навыками компьютерного моделирования линейных дискретных систем.
1.О.11 Основы теории цепей и электротехника	Знает: современные тенденции развития электроники, методы анализа и синтеза электронных схем., методы решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей., методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области теории электрических цепей. Умеет: выполнять анализ простейших электрических схем в специализированном пакете прикладных программ., применять на практике методы анализа электрических цепей., применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций в области электрических цепей. Имеет практический опыт: владения практическими методами измерения параметров и характеристик электрических цепей, навыками проектирования и расчета простейших аналоговых электрических цепей., владения навыками практического использования специализированного программного обеспечения для моделирования и анализа электрических цепей., владения практическими методами измерения параметров

	и характеристик электрических цепей, навыками проектирования и расчета простейших аналоговых электрических цепей.
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

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>	69,5	69,5
Подготовка к практическим занятиям и к зачету	69,5	69,5
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид 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 RC - 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 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.	4
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 фильтр. Динамические и флуктуационные ошибки фильтрации. Фильтр Калмана-Бьюси.	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к практическим занятиям и к зачету	Тихонов, В. И. Статистическая радиотехника главы 1-3	7	69,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	Контрольная работа - Случайные величины. Случайные процессы	1	30	Решение задачи 1 - 10 баллов Решение задачи 2 - 10 баллов Решение задачи 3 - 10 баллов	экзамен
2	7	Текущий контроль	Контрольная работа №2 - Преобразование случайных процессов	1	30	Решение задачи 1 - 10 баллов Решение задачи 2 - 10 баллов Решение задачи 3 - 10 баллов	экзамен
3	7	Текущий контроль	Практические занятия	1	90	За выполнение заданий по каждому практическому занятию начисляется по 10 баллов.	экзамен
4	7	Промежуточная аттестация	экзамен	-	100	На экзамене учитываются баллы, набранные в течении семестра при выполнении заданий текущего контроля. Если студент не набрал необходимое количество баллов, он может ответить	экзамен

						на один или несколько из экзаменационных вопросов. Количество баллов за правильный ответ на один вопрос - 20.	
--	--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Собеседование по содержанию теоретического материала дисциплины	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
УК-1	Знает: методы системного и критического анализа использующие разделы математики интегральное исчисление, дифференциальное исчисление, матричные методы.	+	+		+
УК-1	Умеет: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций с помощью решения интегральных, дифференциальных и матричных уравнений.	+	+	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: владения методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций с помощью математического аппарата для решения задач.		+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. 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. Климов, Г. П. Теория вероятностей и математическая статистика. - М.: Издательство Московского университета, 1983. - 328 с.
2. Семенчин, Е. А. Теория вероятностей в примерах и задачах [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Приклад. математика" Е. А. Семенчин. - СПб. и др.: Лань, 2007. - 350, [1] с.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Корреляционная теория случайных процессов

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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.

Перечень используемого программного обеспечения:

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

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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