Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Муромский институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

(МИ ВлГУ)

Кафедра *РТ*

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
_____Д.Е. Андрианов
19.05.2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория оценивания и фильтрации сигналов

Направление подготовки *11.04.01 Радиотехника*

Профиль подготовки *Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов*

Семестр	Трудоемкость, час./зач. ед.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	Консультация, час.	Контроль, час.	Всего (контактная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
2	**180 / 5**	**32**	**16**	**16**	**3,6**	**2,35**	**69,95**	**83,4**	**Экз.(26,65)**
Итого	**180 / 5**	**32**	**16**	**16**	**3,6**	**2,35**	**69,95**	**83,4**	**26,65**

Муром, 2026 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: изучение теоретических основ, принципов действия и построения систем оценивания и фильтрации радиотехнических сигналов; изучение методов представления и описания случайных сигналов радиотехнических приборов и систем, основ теории случайных процессов; изучение методов фильтрации и обработки сигналов на фоне помех; изучение методов оптимального оценивания параметров сигналов; исследование основных характеристик качества оценивания и фильтрации сигналов, а также изучение основных методов синтеза алгоритмов оценивания и фильтрации.

Задачами дисциплины являются формирование представлений о синтезе алгоритмов оценивания и фильтрации сигналов для конкретных информационных радиотехнических систем, формирование навыков построения оптимальных и квазиоптимальных устройств оценивания сигналов и измерителей параметров сигналов для различных радиотехнических систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория оценивания и фильтрации сигналов» — наука о статистических методах обработки сигналов, построении моделей сигналов, помех и шумов, синтезе оптимальных и квазиоптимальных алгоритмов оценивания и фильтрации сигналов и применении статистических методов при приеме, формировании и обработке сигналов в различных радиотехнических системах. Базовые дисциплины: История и методология науки и техники (применительно к радиотехнике), Математический аппарат теории сигналов и систем Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов Устройства приема и обработки сигналов. Базирующиеся дисциплины: углубление и расширение вопросов, изложенных в данном курсе, будет осуществляться во время работы магистрантов над дисциплинами: Теория и техника радиолокации и радионавигации, Радиотехнические системы передачи информации, а также при выполнении Междисциплинарного курсового проекта и написании магистерских выпускных квалификационных работ.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1 Обладает способностью проводить исследования в целях совершенствования радиоэлектронных устройств и систем	ПК-1.2 Выполняет математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств с целью оптимизации их параметров	Знать методы разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач (ПК-1.2) Владеть навыками разработки моделирования радиотехнических устройств и систем (ПК-1.2)	Вопросы к устному опросу
ПК-2 Способность разрабатывать и модернизировать радиоэлектронные устройства и блоки	ПК-2.2 Использует средства компьютерного моделирования в целях модернизации и совершенствования радиоэлектронных устройств и блоков	Уметь подготавливать средства компьютерного моделирования в целях модернизации и совершенствования РЭА (ПК-2.2)	Вопросы к устному опросу
	ПК-2.3 Разрабатывает и обеспечивает программную реализацию эффективных	Знать принципы реализации эффективных алгоритмов (ПК-2.3)	

	алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования	Владеть навыками решения задач с использованием современных языков программирования (ПК-2.3)	

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: высшее.

Срок обучения 2г.

4.1.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Введение	2	2							10	устный опрос
2	Характеристики случайных процессов, модели сигналов	2	8	2						19	устный опрос
3	Методы анализа случайных сигналов и полей	2	4	4	4					7	устный опрос
4	Статистические методы оценки параметров	2	6	2	8					25	устный опрос
5	Фильтрация сигналов на фоне помех	2	8	4						13	устный опрос
6	Основы теории компенсации помех при оценивании и фильтрации сигналов	2	2	2						5	устный опрос
7	Заключение. Направления развития теории фильтрации и оценивания сигналов	2	2	2	4					4,4	устный опрос
Всего за семестр		180	32	16	16		+	3,6	2,35	83,4	Экз.(26,65)
Итого		180	32	16	16			3,6	2,35	83,4	26,65

4.1.2. Содержание дисциплины
4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 2

Раздел 1. Введение

Лекция 1.

Причины возникновения шумов и помех в радиотехнических системах. Классификация помех. Классификация и примеры моделей извлечения информации (2 часа).

Раздел 2. Характеристики случайных процессов, модели сигналов

Лекция 2.

Элементы теории случайных процессов. Основные определения, функции распределения, числовые характеристики (2 часа).

Лекция 3.

Классификация случайных процессов. Физическая трактовка основных понятий случайных процессов. Стационарные (в узком и широком смысле) случайные процессы (2 часа).

Лекция 4.

Дискретные случайные процессы и их вероятностные характеристики (2 часа).

Лекция 5.

Модели радиосигналов и помех. Флуктуационные явления в радиотехнических устройствах. Функция и функционал правдоподобия (2 часа).

Раздел 3. Методы анализа случайных сигналов и полей

Лекция 6.

Статистических измерительных задач в радиотехнике. Оценка и фильтрация параметров сигналов Критерии, используемые при оценивании параметров (2 часа).

Лекция 7.

Оптимальная согласованная фильтрация сигналов. Способы исключения неинформативных параметров (2 часа).

Раздел 4. Статистические методы оценки параметров

Лекция 8.

Несмещенность и минимум условной дисперсии Границы Крамера-Рао для дисперсии ошибок оценивания. Эффективные оценки (2 часа).

Лекция 9.

Аномальные ошибки и пороговые эффекты при измерении. Оценивание неэнергетических параметров сигналов (время задержки, фаза, частота) (2 часа).

Лекция 10.

Метод максимального правдоподобия. Синтез оптимальных МП оценок. Многоканальные приемники как устройства оценивания параметров сигналов (2 часа).

Раздел 5. Фильтрация сигналов на фоне помех

Лекция 11.

Фильтрация сигналов при негауссовских и коррелированных шумах (2 часа).

Лекция 12.

Адаптивная фильтрация. Критерии адаптации; методы настройки. Дискриминаторы параметров сигналов. Следящие измерительные системы (2 часа).

Лекция 13.

Медианные фильтры и их свойства Робастная фильтрация сигналов (2 часа).

Лекция 14.

Двумерная фильтрация случайных процессов (2 часа).

Раздел 6. Основы теории компенсации помех при оценивании и фильтрации сигналов

Лекция 15.

Компенсация помех и комплексирование устройств оценивания параметров (2 часа).

Раздел 7. Заключение. Направления развития теории фильтрации и оценивания сигналов

Лекция 16.

Заключение. Основные направления развития теории фильтрации и оценивания сигналов (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Семестр 2

Раздел 2. Характеристики случайных процессов, модели сигналов

Практическое занятие 1

Основные теоремы теории вероятностей. Распределения вероятностей случайных величин. Числовые характеристики случайных величин. Случайные процессы и их характеристики (2 часа).

Раздел 3. Методы анализа случайных сигналов и полей

Практическое занятие 2

Корреляционные функции и их расчет. Спектральный анализ случайных процессов (2 часа).

Практическое занятие 3

Воздействие случайных процессов на нелинейные безинерционные системы. Воздействие случайных процессов на линейные системы (2 часа).

Раздел 4. Статистические методы оценки параметров

Практическое занятие 4

Анализ узкополосных случайных процессов. Воздействие случайных процессов на нелинейные инерционные цепи (2 часа).

Раздел 5. Фильтрация сигналов на фоне помех

Практическое занятие 5

Отношение правдоподобия и его использование для синтеза систем оценивания и фильтрации сигналов (2 часа).

Практическое занятие 6

Оптимальная линейная фильтрация. Фильтрация меняющихся параметров сигналов (2 часа).

Раздел 6. Основы теории компенсации помех при оценивании и фильтрации сигналов

Практическое занятие 7

Нелинейное оценивание параметров сигналов (2 часа).

Раздел 7. Заключение. Направления развития теории фильтрации и оценивания сигналов

Практическое занятие 8

Спектральные методы оценивания (2 часа).

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 2

Раздел 3. Методы анализа случайных сигналов и полей

Лабораторная 1.

Исследование методов определения числовых характеристик случайных процессов (4 часа).

Раздел 4. Статистические методы оценки параметров

Лабораторная 2.

Исследование методов оценивания параметров сигналов при наличии шума (4 часа).

Лабораторная 3.

Исследование метода максимального правдоподобия (4 часа).

Раздел 7. Заключение. Направления развития теории фильтрации и оценивания сигналов

Лабораторная 4.

Исследование рекуррентных систем фильтрации сигналов на примере фильтра Калмана (4 часа).

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Основные тактико-технические характеристики различных радиотехнических систем.
2. Характеристики разрешающей способности сигналов.

3. Характеристики устройств фильтрации и обнаружения сигналов на фоне помех.
4. Элементы теории случайных процессов. Основные определения. Вероятность появления события. Классификация событий.
5. Расчет вероятностей для несовместимых событий. Функции распределения. Многомерные распределения.
6. Условные функции распределения. Основные виды распределений.
7. Числовые характеристики - моменты распределения (среднее значение, дисперсия, коэффициент асимметрии и эксцесса. Числовые характеристики совокупности двух случайных величин).
8. Функциональные преобразования случайных величин (расчет плотности распределения, числовые характеристики).
9. Стационарные (в узком и широком смысле) случайные процессы. Экспериментальное определение характеристик случайных процессов (дисперсии, корреляционной функции, спектральной плотности).
10. Белый шум и его характеристики. Статистические характеристики случайных процессов.
11. Задачи оптимального оценивания параметров сигнала и фильтрации процессов. Эффективные, несмещенные оценки.
12. Критерии оптимальности измерения параметров. Функции потерь, применяемые при оценивании параметров сигнала.
13. Неравенство Крамера-Рао и его роль в теории оценивания. Синтез байесовских оценок. Расчет среднего риска при оценивании параметров.
14. Оценивание при простой функции потерь.
15. Оценивание при линейной по модулю функции потерь.
16. Оценивание при квадратичной функции потерь. Оценивание при прямоугольной функции потерь.
17. Оценивание по методу максимального правдоподобия. Оценки амплитуды сигнала, времени задержки, частоты (доплеровского смещения частоты).
18. Апостериорное среднее как оценка параметра сигнала.
19. Многоканальные устройства оценивания параметров сигналов. Оптимальные дискриминаторы параметров сигналов.
20. Адаптивные линейные фильтры в цифровых радиотехнических системах.
21. Адаптивные линейные фильтры с прямой и обратной связью. Применение цифровых адаптивных фильтров.
22. Методы спектрального анализа. Классификация методов. Основные свойства оконных функций. Принципы выбора оконной функции.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

1. Курсовая работа выполняется по индивидуальным заданиям. Основным содержанием работы является проектирование и (или) исследование алгоритмов оценивания параметров и фильтрации сигналов в области радиосистем. Анализу подлежат основные параметры алгоритмов и методов обработки. При разработке алгоритмов необходимо рассматривать пути их программно-аппаратной реализации и учитывать возникающие при этом ограничения.
2. Перечень тем курсовых работ:.
3. 1. Разработка алгоритмов фильтрации речевых сигналов в телекоммуникационных системах.
4. 2. Разработка алгоритмов оценивания параметров радиолокационных сигналов.
5. 3. Разработка новых и модификация известных алгоритмов фильтрации траекторных сигналов.
6. 4. Исследование качества работы алгоритмов оценивания и фильтрации сигналов.

7. 5. Моделирование устройств и алгоритмов оценивания и фильтрации сигналов.
8. 6. Реализация устройств и алгоритмов оценивания и фильтрации сигналов на элементах аналоговой и цифровой техники.

5. Образовательные технологии

В процессе освоения дисциплины Теория оценивания и фильтрации сигналов применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов и выполнения конкретного курсовой работы). Для реализации компетентностного подхода предусматривается использование при подготовке по данной дисциплине активных и интерактивных форм проведения занятий. При проведении практических и лабораторных работ, при выполнении курсового проектирования применяется имитационный или симуляционный подход. Шаги решения задач демонстрируются при помощи мультимедийной техники. В дальнейшем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Джиган В.И. Адаптивная фильтрация сигналов: теории и алгоритмы. - М.: Техносфера, 2013. - 528 с. - https://djvu.online/file/8E6podZuCPvW1?ysclid=m2spmwd2u5372141957

2. Крашенинников, В. Р. Статистические методы обработки изображений : учебное пособие / В. Р. Крашенинников. – Ульяновск : УлГТУ, 2015. – 167 с. - http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2016/166.pdf

3. Фомин В.Н. Рекуррентное оценивание и адаптивная фильтрация. М.: Наука, 1984. 288 с. - https://djvu.online/file/0cPAsatkkBO1f

4. Кузнецов Ю.В., Баев А.Б. Спектральный и временной анализ импульсных и периодических сигналов: Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 95 с. - http://www.mai-trt.ru/docs/edu/rtc_uch_17.pdf

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Сосулин, Ю.Г. , Костров В.В., Паршин Ю.Н. Оценочно-корреляционная обработка сигналов и компенсация помех. – М.: Радиотехника, 2014. – 632 с. - 2 экз.

2. Костров В.В., Бернюков А.К. Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле: учебное пособие. - Муром: ИПЦ МИ ВлГУ, 2009. - 108с. - 25 экз.

3. Радиотехнические и телекоммуникационные системы (журнал ВАК). - https://rts-md.mivlgu.ru

4. Цифровой спектральный анализ: Учеб. пособие / А.Н. Кренёв, Т.К. Артёмова. Яросл. гос. ун-т. Ярославль, 2002. 114 с. - http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20030702.pdf?ysclid=m2spi11tuv603937242

5. Цифровые методы спектрального анализа: Учеб. пособие/ В.Д. Кузенков; Куйбышев, авиац. ин-т. Куйбышев,1990. 67 с. - http://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-izdaniya/Cifrovye-metody-spektralnogo-analiza-106760/1/%D0%9A%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%B2%20%D0%92.%20%D0%94.%20%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%8B%201990.pdf?ysclid=m2spb9wf3k646082805

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

http://dsp-book.narod.ru/
http://www.autex.spb.ru/
http://www.walla.com
http://www.dspbook.km.ru
http://analog.com.ru
www.rts-md.com

Программное обеспечение:

Microsoft Office Standard 2010 Open License Pack No Level Academic Edition (Государственный контракт №1 от 10.01.2012 года)

Mozilla Firefox (MPL)

Adobe Reader XI (Общие условия использования продуктов Adobe)

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal (продление) (Гражданско-правовой договор бюджетного учреждения №2020.526633 от 23.11.2020 года)

РЕД ОС (Соглашение №140/05-21У от 18.05.2021 года о сотрудничестве в области науки, развития инновационной деятельности)

Microsoft Visual Studio (Программа Microsoft Azure Dev Tools for Teaching (Order Number: IM126433))

Notepad++ (GNU GPL 3)

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

djvu.online
venec.ulstu.ru
mai-trt.ru
rts-md.mivlgu.ru
lib.uniyar.ac.ru
repo.ssau.ru
dsp-book.narod.ru
autex.spb.ru
walla.com
dspbook.km.ru
analog.com.ru
rts-md.com
mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория сигнальных процессоров и цифровой обработки сигналов

Стенд НТЦ-02.58 «Основы цифровой электроники и микропроцессорной техники»; стенд «Микропроцессорная техника» - 2 шт.; рабочая станция HP Core 2 DUO, 3 GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19” - 7 шт.; сигнальный микроконтроллер серии «Мультикор» MC24EM; сигнальный микропроцессор серии «Мультикор» MC12EM; интерактивная доска IQ Board PS S080 с проектором Acer; коммутатор 3 COM.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Занятия проводятся в компьютерном классе, используя специальное программное обеспечение. Каждой подгруппе обучающихся преподаватель выдает задачу, связанную с разработкой и программной реализацией алгоритмов обработки информации. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторная работа проводятся в компьютерном классе. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу компьютерного моделирования в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями на курсовую работу. Обучающийся выбирает одну из указанных в перечне тем курсовых работ, исходя из своих интересов, наличия соответствующих литературных и иных источников. В ходе выполнения курсовой работы преподаватель проводит консультации обучающегося. На заключительном этапе обучающийся оформляет пояснительную записку к курсовой работе и выполняет ее защиту в присутствии комиссии из преподавателей кафедры.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *11.04.01 Радиотехника* и профилю подготовки *Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов*
Рабочую программу составил *д.т.н., профессор, Костров В.В.*_____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *РТ*

протокол № 16 от 06.05.2026 года.
Заведующий кафедрой *РТ* _____*Ромашов В.В.*
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 9 от 12.05.2026 года.
Председатель комиссии ФИТР _____ *Кутарова Е.И.*
(Подпись) (Ф.И.О.)

Приложение

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине

Теория оценивания и фильтрации сигналов

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

Оценочные средства для текущего контроля знаний содержатся https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=99

Рейтинг –контроль 1

1. Дайте определение плотности распределения вероятностей и функции распределения . Как они вводятся? Составьте структурные схемы устройств для их измерения.
2. Перечислите основные свойства плотности распределения вероятностей и функции распределения .
3. Дайте определение основных числовых характеристик случайных процессов. Какой физический смысл они имеют? Составьте структурные схемы устройств для их измерения.
4. Что показывают коэффициенты асимметрии и эксцесса?
5. Что такое выборочный метод и как он используется в задачах измерения числовых характеристик случайных процессов?
6. Дайте физическую трактовку двумерной плотности распределения.
7. В чем сущность метода статистического эксперимента (метода Монте- Карло)?
8. Как при обработке процессов устраняется среднее значение?
9. Что показывает корреляционная функция детерминированного сигнала?
10. Чем отличаются автокорреляционные функции простого радиоимпульса и радиоимпульса с линейной частотной модуляцией?
11. Как влияет на уровень боковых лепестков значение базы сигнала?
12. Объясните результаты, полученные при проведении лабораторной работы.

Рейтинг –контроль 2

13. Приведите графики различных функций потерь. Как они вводятся? Каким критериям оптимальности соответствуют оценки при различных функциях потерь?
14. Перечислите основные свойства оценок параметров сигналов.
15. Как осуществляется синтез оценок по методу максимального правдоподобия? Что такое функция правдоподобия? Как решается уравнение максимального правдоподобия?
16. Проведите синтез алгоритмов и составьте структурные схемы устройств измерения амплитуды сигнала при известной и случайной начальной фазе сигналов.
17. Проведите синтез алгоритмов и составьте структурные схемы устройств измерения времени задержки, фазы, частоты сигналов.
18. Как определяется отношение сигнал-шум?
19. Что такое нижняя граница Крамера-Рао и как она определяется?
20. В чем достоинство оценок максимального правдоподобия?
21. Чем байесовские оценки отличаются от оценок максимального правдоподобия?
22. Что такое потенциальная точность оценивания параметров?
23. В чем сущность метода статистического эксперимента (метода Монте- Карло)?
24. Как влияет на среднеквадратическую погрешность измерений объем выборки?
25. Объясните результаты, полученные при проведении лабораторной работы.

Рейтинг –контроль 3

26. Приведите графики различных функций потерь. Как они вводятся? Каким критериям оптимальности соответствуют оценки при различных функциях потерь?
27. Перечислите основные свойства оценок параметров сигналов.
28. Как задаются начальные условия в фильтре Калмана?
29. Проведите синтез алгоритмов и составьте структурные схемы устройств измерения фазы, частоты сигналов.

30. Как вводится отношение сигнал-шум для гауссовского марковского сигнала?
31. Что такое нижняя граница Крамера-Рао и как она определяется?
32. В чем оптимальность оценок, получаемых с помощью фильтра Калмана?
33. Как задаются начальные (априорные) вероятностные характеристики случайной частоты и случайной фазы радиоколебаний?
34. Как можно аппроксимировать плотность распределения вероятностей ошибок измерения фазы? Какие функции и как можно для этого использовать?
35. Проведите синтез алгоритмов и составьте структурные схемы устройств измерения фазы, частоты сигналов.
36. Как вводится отношение сигнал-шум для синусоидального сигнала со случайными фазой и частотой?
37. В чем оптимальность оценок, получаемых с помощью квадратурной обработки?

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	Устный опрос, 2 вопроса по материалам КР	20
Рейтинг-контроль 2	Устный опрос, 2 вопроса по материалам КР	20
Рейтинг-контроль 3	Устный опрос, 2 вопроса по материалам КР	20
Посещение занятий студентом		Баллы (до 5) включены в рейтинг-контроль
Дополнительные баллы (бонусы)	За публикацию статей по теме КР, выступление с докладом на конференции	Баллы (до 5 за доклады и статьи) включены в рейтинг-контроль
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		Баллы (до 5) включены в рейтинг-контроль

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.
Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

Оценочные средства для промежуточной аттестации https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=99

ПК-1.2

Блок 1 (знать)

Причины возникновения шумов и помех в радиотехнических системах. Классификация помех и примеры моделей извлечения информации.

Элементы теории случайных процессов. Основные определения, функции распределения, числовые характеристики

Классификация случайных процессов. Физическая трактовка основных понятий случайных процессов.

Блок 2 (уметь)

Модели аналоговых радиосигналов, аддитивных и неаддитивных помех. Флуктуационные явления в радиотехнических устройствах.

Функция и функционал правдоподобия для гауссовских шумов.

Содержание и классификация статистических измерительных задач в радиотехнике. Оценка и фильтрация параметров сигналов. Статистические критерии, используемые при оценивании параметров.

Блок 3 (владеть)

Способы исключения неинформативных параметров.

Основные теоремы теории вероятностей. Распределения вероятностей случайных величин. Числовые характеристики случайных величин. Случайные процессы и их характеристики.

ПК-2.2

Блок 1 (знать)

Корреляционные функции и их расчет. Спектральный анализ случайных процессов.

Воздействие случайных процессов на линейные и нелинейные безинерционные системы.

Отношение правдоподобия и его использование для синтеза систем оценивания и фильтрации сигналов.

Блок 2 (уметь)

Методы борьбы с коррелированными помехами, обеляющие фильтры.

Адаптивные, робастные и непараметрические алгоритмы оценивания параметров сигналов.

Блок 3 (владеть)

Адаптивная фильтрация сигналов.

Дискриминаторы параметров сигналов. Следящие измерительные системы.

ПК-2.3

Блок 1 (знать)

Метод максимального правдоподобия. Синтез оценок, оптимальных по критерию максимального правдоподобия.

Стационарные (в узком и широком смысле) случайные процессы. Белый шум и его характеристики.

Блок 2 (уметь)

Критерии качества оценок, не использующих априорных сведений. Несмещенные оценки. Эффективные оценки. Граница Крамера-Рао для дисперсии ошибок оценивания.

Компенсационный метод подавления помех при оценивании и фильтрации сигналов.

Блок 3 (владеть)

Оптимальные свойства оценок по максимуму правдоподобия. Аномальные ошибки и пороговые эффекты при измерении.

Многоканальные приемники как устройства оценивания параметров сигналов.

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Методический материал для проведения промежуточной аттестации приведен в https://www.mivlgu.ru/iop/mod/folder/view.php?id=16382

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	***Уровень сформированности компетенций***
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их	***Высокий уровень***

		выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	***Продвинутый уровень***
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	***Пороговый уровень***
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	***Компетенции не сформированы***

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

I: Вопрос 11

S: Неравенство Крамера-Рао используется:

для расчета среднего значения процесса

для расчета математического ожидания процесса

для расчета нижней границы дисперсии ошибок оценивания

для расчета средней мощности процесса

I: Вопрос 19

S: В чем оптимальность оценок при квадратичной функции потерь?

минимизируется максимальное смещение оценок

максимизируется дисперсия ошибок оценивания

минимизируется максимальное отклонение оценок от истинного значения

минимизируется дисперсия ошибок оценивания

I: Вопрос 20

S: Что делают оптимальные дискриминаторы параметров сигналов?

обнаруживают нестационарность в поведении случайного процесса

производят измерение отклонения оцениваемого параметра сигнала относительно опорного значения

осуществляют дискретизацию параметров сигналов

осуществляют аналого-цифровое преобразование сигналов

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=99&category=31879%2C762&qbshowtext=0&qbshowtext=1&recurse=0&showhidden=0&showhidden=1

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.