

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Наименование образовательной программы: Радиозлектроника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**УСТРОЙСТВА ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.05
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	1 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	1 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	1 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	1 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	1 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	1 семестр - 93,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	1 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Наумова Ю.Д.
	Идентификатор	Rab7aae59-NaumovaYuD-33a8e99

Ю.Д. Наумова

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жихарева Г.В.
	Идентификатор	Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c

Г.В. Жихарева

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

Е.В. Шалимова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основных принципов построения, характеристик и методов расчета и проектирования устройств приема и обработки сигналов

### Задачи дисциплины

- изучение методов анализа, расчета и проектирования с целью обеспечения требуемых характеристик в условиях приема сигнала в смеси с шумом и в условиях действия помех;
- изучение методов цифровой обработки сигналов в радиоприемных устройствах (РПУ);
- изучение основных алгоритмов оптимального построения устройств приема и преобразования сигналов и методов их технической реализации.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом исследований, разработки биотехнических систем и технологий	ИД-1 <sub>опк-1</sub> Представляет современную научную картину мира, выявляет естественнонаучную сущность проблемы проектирования, производства и использования в практической деятельности биотехнических систем	знать: - описание сигналов с помощью комплексной огибающей, алгоритмы реализации цифровых демодуляторов различных типов; - понятие согласованного фильтра и его характеристики; - принципы построения оптимального корреляционного приемника; - математическое описание смеси полезного сигнала и аддитивного белого шума, статистические характеристики шума, соотношения для расчета отношения сигнал-шум в различных точках приемного тракта.  уметь: - проводить расчет КИХ фильтра Гильберта требуемого порядка; - проводить моделирование схем квадратурных демодуляторов в пакете схемотехнического моделирования MicroCap.
ОПК-1 способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной	ИД-2 <sub>опк-1</sub> Формулирует задачи, направленные на проведение исследований, проектирование и использование в практической деятельности биотехнических систем и медицинских изделий, определяет пути их решения и оценивает эффективность выбора	знать: - причины возникновения и методы уменьшения ошибок оценки параметра в оптимальном корреляционном приемнике; - критерии оценки помехозащищенности радиоприемного устройства.  уметь: - анализировать влияние различных параметров радиоприемного тракта на его помехозащищенность.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
деятельности с учетом исследований, разработки и проектирования биотехнических систем и технологий		
ПК-2 Способен проектировать биотехнические системы	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Разрабатывает компоненты биотехнических систем с использованием методов обработки сигналов, медикобиологических данных и изображений	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методику использования согласованных фильтров в составе оптимального приемника;</li> <li>- методику использования комплексной огибающей для математического представления узкополосного сигнала, методы получения НЧ квадратурных составляющих, методы реализации квадратурной демодуляции;</li> <li>- методику расчета параметров шума в различных частях радиоприемного устройства.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- синтезировать структурные схемы фильтров, согласованных с импульсным сигналом; получать отклик согласованного фильтра на сигнал, с которым он согласован;</li> <li>- синтезировать структурные схемы для оптимальной оценки параметров полностью известного сигнала и сигнала с неизвестной начальной фазой;;</li> <li>- проводить расчет характеристик шума в различных точках приемного тракта, анализировать помехозащищенность РПУ;</li> <li>- определять параметры блоков, входящих в состав квадратурных демодуляторов.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиозлектроника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах (далее – ОПОП), направления подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные типы радиотехнических сигналов и их характеристики
- знать методы анализа радиотехнических цепей; основные характеристики радиотехнических цепей: импульсная характеристика, передаточная функция и их параметры

- знать элементную базу аналоговых и цифровых электронных устройств, а также схемотехнические принципы построения таких устройств
- знать основы математической статистики: основные понятия математической статистики, основные законы распределения и их параметры, автокорреляционная функция стационарного случайного процесса, связь спектральной плотности и автокорреляционной функции стационарного случайного процесса
- знать основы математического анализа: дифференцирование, интегрирование, интегральные преобразования Фурье и Лапласа, свертка функций и ее свойства, комплексные числа
- знать схемотехника базовых элементов радиоприемного тракта (фильтры различных порядков, усилители)
- уметь анализировать радиотехнические сигналы во временной и частотной областях
- уметь анализировать работу электронных устройств, моделируемых в пакете прикладных программ MicroCap

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт	40	1	8	6	6	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b>                      Домашним заданием является оформление отчета по лабораторной работе в соответствии с указанными требованиями. Предварительная проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. Окончательной проверкой домашнего задания является защита студентом лабораторной работы в формате собеседования</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>                      Изучение материалов лекций и лабораторных работ по разделу "Прохождение смеси сигнала и шума через БВЧ РПУ" с целью подготовки к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>                      Проработка лекции, материалов практического занятия с целью выполнения лабораторной работы</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>                      Изучение материала по разделу "Прохождение смеси сигнала и шума через БВЧ РПУ", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>
1.1	Прохождение смеси сигнала и шума через БВЧ РПУ	16		4	2	2	-	-	-	-	-	8	-	
1.2	Демодуляция смеси сигнала и шума	24		4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	

[1], п. 1

2	Цифровая обработка сигналов в РПУ	34		4	6	2	-	-	-	-	-	22	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Цифровая обработка сигналов в РПУ", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Цифровая обработка сигналов в РПУ", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашним заданием является оформление отчета по лабораторной работе в соответствии с указанными требованиями. Предварительная проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. Окончательной проверкой домашнего задания является защита студентом лабораторной работы в формате собеседования</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], п. 4.6</p>
2.1	Цифровая обработка сигналов в РПУ	34		4	6	2	-	-	-	-	-	22	-	
3	Основы оптимальной обработки сигналов	34		4	4	8	-	-	-	-	-	18	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашним заданием является оформление отчета по результатам проделанной лабораторной работы.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов, касающихся синтеза схем оптимального корреляционного приемника для оценки различных параметров как для случая известной начальной фазы так и для случая, когда начальная фаза случайна, подготовка к контрольной работе. Изучение материалов, касающихся принципов построения согласованных фильтров для импульсных сигналов различной формы, подготовка к</p>
3.1	Оптимальный корреляционный приемник	23		3	2	8	-	-	-	-	-	10	-	
3.2	Согласованная фильтрация	11		1	2	-	-	-	-	-	-	8	-	

													контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основы оптимальной обработки сигналов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение</u></b> <b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы оптимальной обработки сигналов"
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	16	16	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16	16	16		2	-		0.5		93.5	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт

##### 1.1. Прохождение смеси сигнала и шума через БВЧ РПУ

Энергетический спектр и автокорреляционная функция квазигармонического шума на выходе блока высокой частоты (БВЧ). Статистические характеристики огибающей узкополосного шума на выходе БВЧ: плотность вероятности (распределение Релея), математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение, автокорреляционная функция. Статистические характеристики огибающей суммы гармонического сигнала и узкополосного шума: плотность вероятности (распределение Райса), математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение, автокорреляционная функция..

##### 1.2. Демодуляция смеси сигнала и шума

Анализ воздействия сигнала и шума на линейный амплитудный детектор. Энергетический спектр шума на выходе АД (качественно). Отношение сигнал-шум на выходе линейного АД.. Статистические характеристики мгновенной частоты суммы гармонического сигнала и узкополосного шума. Автокорреляционная функция и энергетический спектр мгновенной частоты (случай большого отношения сигнал-шум). Анализ воздействия сигнала и шума на частотный детектор. Расчёт отношения сигнал-шум на выходе приёмника ЧМ сигналов (в надпороговой области). Пороговый эффект при приёме ЧМ сигналов. Влияние формы АЧХ БНЧ на отношение сигнал-шум на выходе приёмника. Методы повышения качества приёма ЧМ сигналов..

#### 2. Цифровая обработка сигналов в РПУ

##### 2.1. Цифровая обработка сигналов в РПУ

Аналитический сигнал и комплексная огибающая узкополосных сигналов. Формирование цифровой комплексной огибающей с помощью квадратурного смесителя и на основе преобразования Гильберта. Цифровой фильтр Гильберта.. Алгоритм работы цифрового амплитудного демодулятора. Алгоритм работы цифрового фазового демодулятора. Алгоритм работы цифрового частотного демодулятора..

#### 3. Основы оптимальной обработки сигналов

##### 3.1. Оптимальный корреляционный приемник

Априорное и апостериорное распределения вероятностей измеряемого параметра, функция правдоподобия параметра, критерий максимума апостериорной вероятности.. Функция правдоподобия параметра при приёме сигнала на фоне нормального белого шума, логарифм апостериорной плотности вероятности.. Структурная схема приёмника, оптимального по критерию максимума апостериорной вероятности. Максимальное отношение сигнала к шуму в многоканальном корреляционном приёмнике.. Корреляционный приёмник для измерения задержки сигнала со случайной начальной фазой (усреднение по начальной фазе).. Оптимальное обнаружение полностью известного сигнала. Характеристики оптимального обнаружителя. Оптимальное обнаружение сигнала со случайной начальной фазой.. Оптимальное различение двух полностью известных сигналов. Вероятность ошибки при оптимальном различении двух равновероятных сигналов с одинаковой энергией. Функция BER ( Bit Error Rate) для численной оценки качества работы приемника цифровых сигналов при приеме бинарного сигнала..

##### 3.2. Согласованная фильтрация

Согласованные линейные фильтры (СФ) и их характеристики. Максимальное отношение сигнала к шуму на выходе СФ. Структура оптимального приёмника с согласованными фильтрами..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Демодуляция АМ сигналов с использованием НЧ квадратурных составляющих;
2. Расчет отношения сигнал/шум на выходе демодулятора;
3. Оптимальная обработка сигналов с использованием согласованных фильтров;
4. Характеристики обнаружения полностью известного сигнала;
5. Использование алгоритма оптимальной обработки сигналов для оценки параметров полностью известного сигнала с известной или случайной начальной фазой;
6. Использование цифрового фильтра Гильберта для формирования аналитического сигнала;
7. Характеристики квазигармонического процесса на выходе БВЧ.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт;
2. Моделирование схемы формирования НЧ квадратурных составляющих и демодулятора АМ сигналов. Формирование квадратурного сигнала с помощью фильтра Гильберта;
3. Исследование на модели оптимального приемника импульсного сигнала.

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Цифровая обработка сигналов в РПУ"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы оптимальной обработки сигналов"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)			Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	
<b>Знать:</b>					
математическое описание смеси полезного сигнала и аддитивного белого шума, статистические характеристики шума, соотношения для расчета отношения сигнал-шум в различных точках приемного тракта	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>	+			Лабораторная работа/Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт Контрольная работа/Расчет характеристик РПУ при действии на входе смеси сигнала и шума
принципы построения оптимального корреляционного приемника	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>			+	Лабораторная работа/Исследование на модели оптимального приемника импульсного сигнала
понятие согласованного фильтра и его характеристики	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>			+	Контрольная работа/Согласованные фильтры для импульсных сигналов
описание сигналов с помощью комплексной огибающей, алгоритмы реализации цифровых демодуляторов различных типов	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>		+		Лабораторная работа/Моделирование схемы формирования НЧ квадратурных составляющих и демодулятора АМ сигналов. Формирование квадратурного сигнала с помощью фильтра Гильберта
причины возникновения и методы уменьшения ошибок оценки параметра в оптимальном корреляционном приемнике	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>			+	Лабораторная работа/Исследование на модели оптимального приемника импульсного сигнала
критерии оценки помехозащищенности радиоприемного устройства	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>	+			Лабораторная работа/Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт Контрольная работа/Расчет характеристик РПУ при действии на входе смеси сигнала и шума
методику расчета параметров шума в различных частях радиоприемного устройства	ИД-2 <sub>ПК-2</sub>	+			Лабораторная работа/Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт
методику использования комплексной огибающей для математического представления узкополосного	ИД-2 <sub>ПК-2</sub>		+		Лабораторная работа/Моделирование схемы формирования НЧ квадратурных составляющих и

сигнала, методы получения НЧ квадратурных составляющих, методы реализации квадратурной демодуляции					демодулятора АМ сигналов. Формирование квадратурного сигнала с помощью фильтра Гильберта
методику использования согласованных фильтров в составе оптимального приемника	ИД-2ПК-2			+	Контрольная работа/Согласованные фильтры для импульсных сигналов
<b>Уметь:</b>					
проводить моделирование схем квадратурных демодуляторов в пакете схемотехнического моделирования MicroCap	ИД-1ОПК-1			+	Лабораторная работа/Моделирование схемы формирования НЧ квадратурных составляющих и демодулятора АМ сигналов. Формирование квадратурного сигнала с помощью фильтра Гильберта
проводить расчет КИХ фильтра Гильберта требуемого порядка	ИД-1ОПК-1			+	Лабораторная работа/Моделирование схемы формирования НЧ квадратурных составляющих и демодулятора АМ сигналов. Формирование квадратурного сигнала с помощью фильтра Гильберта
анализировать влияние различных параметров радиоприемного тракта на его помехозащищенность	ИД-2ОПК-1	+			Лабораторная работа/Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт
синтезировать структурные схемы фильтров, согласованных с импульсным сигналом; получать отклик согласованного фильтра на сигнал, с которым он согласован	ИД-2ПК-2			+	Контрольная работа/Согласованные фильтры для импульсных сигналов
синтезировать структурные схемы для оптимальной оценки параметров полностью известного сигнала и сигнала с неизвестной начальной фазой;	ИД-2ПК-2			+	Контрольная работа/Алгоритмы оценки параметров в оптимальных корреляционных приемниках различного назначения Лабораторная работа/Исследование на модели оптимального приемника импульсного сигнала
определять параметры блоков, входящих в состав квадратурных демодуляторов	ИД-2ПК-2			+	Лабораторная работа/Моделирование схемы формирования НЧ квадратурных составляющих и демодулятора АМ сигналов. Формирование квадратурного сигнала с помощью фильтра Гильберта

<p>проводить расчет характеристик шума в различных точках приемного тракта, анализировать помехозащищенность РПУ</p>	<p>ИД-2ГК-2</p>	<p>+</p>			<p>Лабораторная работа/Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------	----------	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Алгоритмы оценки параметров в оптимальных корреляционных приемниках различного назначения (Контрольная работа)
2. Расчет характеристик РПУ при действии на входе смеси сигнала и шума (Контрольная работа)
3. Согласованные фильтры для импульсных сигналов (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Исследование на модели оптимального приемника импульсного сигнала (Лабораторная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Моделирование схемы формирования НЧ квадратурных составляющих и демодулятора АМ сигналов. Формирование квадратурного сигнала с помощью фильтра Гильберта (Лабораторная работа)
2. Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №1)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Лишак, М. Ю. Исследование прохождения сигнала и квазигармонического шума через амплитудный детектор. Лабораторная работа N К-1 : учебное пособие по курсу "Устройства приема и обработки сигналов" по направлению "Радиотехника" / М. Ю. Лишак, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 24 с. - ISBN 978-5-383-00397-8 . <http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=764>;
2. С. В. Умняшкин- "Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов", (2-е изд., испр. и доп.), Издательство: "Техносфера", Москва, 2012 - (368 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233733>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Acrobat Reader;
5. Micro-Cap;
6. Python.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-400, Учебная аудитория "А"	парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-420/4, Компьютерно-вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, компьютер персональный
	Е-420/6, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-420/4, Компьютерно-вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, компьютер персональный
	Е-420/6, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-420/3, Кабинет сотрудников	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для одежды, компьютер

		персональный, принтер, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-420/1, Помещение кафедры ФОРС	стеллаж

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Устройства приема и обработки сигналов

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Расчет характеристик РПУ при действии на входе смеси сигнала и шума (Контрольная работа)
- КМ-2 Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт (Лабораторная работа)
- КМ-3 Моделирование схемы формирования НЧ квадратурных составляющих и демодулятора АМ сигналов. Формирование квадратурного сигнала с помощью фильтра Гильберта (Лабораторная работа)
- КМ-4 Исследование на модели оптимального приемника импульсного сигнала (Лабораторная работа)
- КМ-5 Алгоритмы оценки параметров в оптимальных корреляционных приемниках различного назначения (Контрольная работа)
- КМ-6 Согласованные фильтры для импульсных сигналов (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	6	6	9	11	13	15
1	Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт							
1.1	Прохождение смеси сигнала и шума через БВЧ РПУ		+	+				
1.2	Демодуляция смеси сигнала и шума		+	+				
2	Цифровая обработка сигналов в РПУ							
2.1	Цифровая обработка сигналов в РПУ				+			
3	Основы оптимальной обработки сигналов							
3.1	Оптимальный корреляционный приемник					+	+	
3.2	Согласованная фильтрация							+
Вес КМ, %:			20	10	40	10	10	10