

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 14:55:10  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73607083e8a51b8101

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова



«01» октября 2020 г.

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Адаптивная обработка сигналов в радиотехнических системах»

Направление подготовки – 11.04.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) – «Радиолокационные системы дистанционного зондирования  
земли»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующей компетенции образовательной программы:

Компетенции ОП	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения подкомпетенций
ОПК-4 «Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач»	ОПК-4.АОРТС Способен использовать стандартные пакеты прикладных и математических САПР при решении задач адаптивной обработки сигналов.	<b>Знания</b> основных областей применения адаптивных фильтров в радиотехнических системах, теоретических основ адаптивной фильтрации, основных разновидностей адаптивных алгоритмов. <b>Умение</b> выбирать алгоритм адаптивной фильтрации для решения поставленной задачи, умение определять параметры адаптивного фильтра исходя из поставленной задачи. <b>Опыт</b> проектирования или моделирования адаптивных фильтров в аппаратуре радиотехнических систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в области электротехники, радиотехники, цифровой обработки сигналов, теории вероятностей и статистики.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	2	2	150	16	32	32	64	Экз (36)

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
<b>Модуль 1</b> Введение в предметную область	4	24	4	34	Контрольная работа
					Выполнение и защита лабораторных работ
					Контроль выполнения практических заданий
<b>Модуль 2</b> Основы адаптивной фильтрации	4	2	4	6	Контрольная работа
					Выполнение и защита лабораторных работ
					Контроль выполнения практических заданий
<b>Модуль 3</b> Алгоритмы адаптивной фильтрации	8	6	24	24	Контрольная работа
					Выполнение и защита лабораторных работ
					Контроль выполнения практических заданий
					Контроль выполнения БДЗ

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	<b>Введение в предметную область:</b> понятие об адаптивных фильтрах, классификация адаптивных фильтров, структуры адаптивных фильтров, целевые функции в адаптивной фильтрации.
	2	2	<b>Введение в предметную область:</b> приложения адаптивных фильтров (адаптивные антенные решетки, эхокомпенсаторы, эквалайзеры, компенсаторы шумов, линейное предсказание).
2	3	2	<b>Основы адаптивной фильтрации:</b> комплексный градиент, корреляционная матрица сигналов адаптивного фильтра и ее свойства, собственные числа и собственные векторы корреляционной матрицы и их свойства.
	4	2	<b>Основы адаптивной фильтрации:</b> поверхность среднеквадратической ошибки, винеровская фильтрация.
3	5	2	<b>Алгоритмы адаптивной фильтрации:</b> алгоритм Ньютона и его свойства.
	6	2	<b>Алгоритмы адаптивной фильтрации:</b> алгоритм наискорейшего спуска и его свойства.
	7	2	<b>Алгоритмы адаптивной фильтрации:</b> градиентный алгоритм наименьшего среднего квадрата и его свойства, нормализованный алгоритм наименьшего квадрата.
	8	2	<b>Алгоритмы адаптивной фильтрации:</b> задача наименьших квадратов, ее решение и свойства этого решения, рекурсивное решение задачи наименьших квадратов, свойства рекурсивного алгоритма адаптивной фильтрации по критерию наименьших квадратов.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Знакомство с языком программирования «MATLAB» и стандартными реализациями алгоритмов адаптивной фильтрации.
	2	2	Решение задачи прямой идентификации линейной системы с помощью адаптивного фильтра на базе объектов языка MATLAB.
	3	2	Решение задачи шумоочистки сигналов с помощью адаптивного фильтра на базе объектов языка MATLAB.
	4	2	Решение задачи выравнивания амплитудно-частотной характеристики канала связи с помощью адаптивного фильтра на языке MATLAB.
	5	2	Решение задачи линейного предсказания с помощью адаптивного фильтра на языке MATLAB.

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	6	2	Решение задачи пространственной фильтрации сигналов с помощью антенных решеток на языке MATLAB.
	7	2	Решение задачи адаптивной пространственной фильтрации сигнала с помощью LMS-алгоритма на языке MATLAB.
	8	2	Решение задачи адаптивной пространственной фильтрации сигнала с помощью NLMS-алгоритма на языке MATLAB.
	9	2	Решение задачи адаптивной пространственной фильтрации сигнала с помощью RLS-алгоритма на языке MATLAB.
	10	2	Решение задачи подавления сигналов электрического эха с помощью адаптивного фильтра на базе LMS-алгоритма на языке MATLAB.
	11	2	Решение задачи подавления сигналов электрического эха с помощью адаптивного фильтра на базе NLMS-алгоритма на языке MATLAB.
	12	2	Решение задачи подавления сигналов электрического эха с помощью адаптивного фильтра на базе RLS-алгоритма на языке MATLAB.
2	13	2	Расчет корреляционных матриц адаптивных фильтров, вычисление собственных векторов и собственных чисел корреляционных матриц, построение поверхностей среднеквадратической ошибки адаптивных фильтров.
3	14	2	Расчет параметров алгоритма Ньютона.
	15	2	Расчет параметров алгоритма наискорейшего спуска.
	16	2	Расчет параметров алгоритма наименьшего среднего квадрата.

#### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Изучение инструментов для исследования алгоритмов адаптивной фильтрации сигналов и адаптивных фильтров на базе LMS- и RLS-алгоритмов.
2	2	4	Исследование свойств корреляционной матрицы и поверхности среднеквадратической ошибки.
3	3	4	Исследование алгоритма Ньютона.
	4	4	Исследование алгоритма наискорейшего спуска.
	5	4	Исследование алгоритма наименьшего среднего квадрата.
	6	4	Исследование рекурсивного алгоритма по критерию наименьших квадратов.

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
	7	4	Исследование качества адаптивных фильтров на базе LMS-алгоритма адаптивной фильтрации сигналов.
	8	4	Исследование качества адаптивных фильтров на базе RLS-алгоритма адаптивной фильтрации сигналов

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1, 2, 3	20	Подготовка к лабораторным работам
1, 2, 3	20	Подготовка к практическим занятиям
3	24	Выполнение БДЗ

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>):

✓ Для подготовки отчетов по лабораторным работам:

[http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2020/3/GOST\\_7.32-2001\\_otchet\\_o\\_NIR.pdf](http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2020/3/GOST_7.32-2001_otchet_o_NIR.pdf)

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джиган В.И./ Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы / В. И. Джиган. - Москва : Техносфера, 2013. - 528 с. - (Мир цифровой обработки). - URL: <https://e.lanbook.com/book/73518> (дата обращения: 07.09.2020). - ISBN 978-5-94836-342-4. - Текст : электронный
2. Джиган В.И. (Автор МИЭТ, МРТУС). Адаптивные алгоритмы и устройства радиотехнических систем : Учеб. пособие / В.И. Джиган; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2016. - 104 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0834-2

3. Адаптивная обработка сигналов в радиотехнических системах : Учеб. пособие / В.И. Джиган; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2012. - 148 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0685-0

#### **Нормативная литература**

1. ГОСТ 7.32-2017 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (с Поправкой) ВЗАМЕН ГОСТ 7.32-2001. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200026224> (дата обращения: 30.06.2020).

#### **Периодические издания**

1. Современная электроника: научно-технический журнал. – Москва, 2004. – URL: <http://www.soel.ru>

### **7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. IEEE Xplore: [электронная библиотека]: сайт. – URL: [www.ieeeexplore.ieee.org](http://www.ieeeexplore.ieee.org) (дата обращения: 20.03.2020)
2. Scopus: [крупнейшая единая база данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости рецензируемой научной литературы, со встроенными инструментами отслеживания, анализа и визуализации данных]: сайт. – URL: [www.scopus.com](http://www.scopus.com) (дата обращения: 20.03.2020)
3. Web of Science: [наукометрическая реферативная база данных журналов и конференций]: сайт. – URL: [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com) (дата обращения: 20.03.2020)

### **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования таких инструментов взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Компьютер с мультимедийным оборудованием.	Операционная система Windows 10; Пакет программ Microsoft Office; Acrobat reader. MATLAB
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Операционная система Windows 10; Пакет программ Microsoft Office; Acrobat reader.

## 10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции ОПК-4 АОС РТС «Способен использовать стандартные пакеты прикладных и математических САПР при решении задач адаптивной обработки сигналов».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <https://orioks.miet.ru>

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

В соответствии с целями и задачами дисциплины курс разделен на 3 учебных модуля. Каждый модуль решает следующие задачи.

Модуль №1. Введение в предметную область: – в процессе освоения данного модуля изучаются основные понятия, структуры и основных области применения адаптивных фильтров.

Модуль №2. Основы адаптивной фильтрации: – в процессе освоения данного модуля изучаются математический аппарат, используемый в теории и при анализе алгоритмов адаптивной фильтрации .

Модуль №3. Алгоритмы адаптивной фильтрации: – в процессе освоения данного модуля изучаются основные разновидности алгоритмов адаптивной фильтрации сигналов и их свойства.

Освоение теоретических знание сопровождается их закреплением путем выполнения практических и лабораторных занятий в современных средах компьютерного моделирования.

Отчеты выполняются электронном виде в соответствие с ГОСТ 7.32-2017 СИБИД (см. пункт «Нормативная литература»).

## 11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия, включающего в себя практические и лабораторные занятия, в семестре (в сумме 70 баллов) и сдача экзамена (30 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

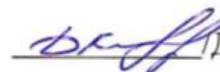
### РАЗРАБОТЧИК:

Профессор Института МПСУ, д.т.н.

 /В.И. Джиган /

Рабочая программа дисциплины «Адаптивная обработка сигналов в радиотехнических системах» по направлению подготовки 11.04.01 «Радиотехника», направленности (профиля) «Радиолокационные системы дистанционного зондирования земли» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института 30.09 2020 года, протокол № 1

Зам. директора института МПСУ по ОД

 / Д.В.Калеев /

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 / И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

 / Т.П.Филиппова /