

«Утверждаю»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.02.03 Адаптивная пространственная обработка сигналов

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

Направленность (профиль): Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах

Форма обучения: очная

Институт: агробиотехнологий и технических систем

Кафедра: агроинженерии, мехатронных и радиоэлектронных систем

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	1		
Семестр/триместр	1		
Лекции	18		
Лабораторные занятия	18		
Практические (семинарские) занятия	36		
в т.ч. практическая подготовка			
Консультации			
Формы промежуточной аттестации	зачет экзамен- 0,3		
Контроль	9		
Иные формы работы	-		
Самостоятельная работа	170,7		

Всего часов: 252

Трудоемкость: 9 зачетных единиц

Разработчик рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент

И.В. Пешков

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины

получение студентами практических навыков разработки систем и устройств обработки сигналов в антенных решетках на фоне помех в условиях статистической априорной неопределенности.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение методов борьбы с замираниями сигналов в случайных, быстроизменяющихся каналах с многолучевым распространением радиоволн;
- знакомство студентов с различными аспектами адаптивной обработки сигналов в антенных решетках: оптимальной пространственной обработки, принципами адаптации, методами и алгоритмами адаптации, анализом эффективности адаптивных алгоритмов обработки.

Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина Б1.О.02.03 Адаптивная пространственная обработка сигналов реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины Б1.О.02.03 Адаптивная пространственная обработка сигналов направлен на формирование следующих компетенций: УК-4; ОПК-1

Код компетенции	Индикаторы компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	Знать: - Основы профессиональной коммуникативной деятельности - современные информационно-коммуникационные технологии, применяемые в организации; - методы анализа и оценки коммуникативного потенциала личности;	Знает: - компьютерные технологии и информационная инфраструктура в организации; - коммуникации в профессиональной этике; - методы исследования коммуникативного потенциала личности; - современные средства информационно-коммуникационных технологий.
	Уметь: - Эффективно работать с профессиональной информацией: - создавать, анализировать, редактировать тексты и презентовать результаты на русском и иностранном языках, - исследовать и оптимизировать коммуникационные процессы в организации.	Умеет: - создавать на русском и иностранном языке письменные тексты научного и официально-делового стилей речи по профессиональным вопросам; - исследовать прохождения информации по управленческим коммуникациям; - производить редакторскую и

		<p>корректорскую правку текстов научного и официально-делового стилей речи на русском и иностранном языке;</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать систему коммуникационных связей в организации; - представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные.
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками эффективного профессионального взаимодействия и решения практических задач с использованием современных информационно-коммуникационных технологий; - эффективной профессиональной коммуникации и применению цифровых инструментов в академической и практической деятельности 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях; - использованием современных средств информационно-коммуникационных технологий.
<p>ОПК-1. Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тенденции и перспективы развития радиотехники, а также смежных областей науки и техники. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тенденции и перспективы развития радиотехники, а также смежных областей науки и техники
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности. 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	Модуль 1 Основные понятия обработки сигналов в антенных решетках	60	6	6	8	36
2.	Тема 1. Основные понятия обработки сигналов в антенных решетках	30	3	3	4	18
3.	Тема 2. Оптимальная обработка сигналов в антенных решетках	30	3	3	4	18
4.	Модуль 2 Адаптивные алгоритмы обработки сигналов	120	6	6	20	64
5.	Тема 3. Алгоритмы адаптации	32	2	2	6	16
6.	Тема 4. Градиентные алгоритмы адаптации	32	2	2	6	16
7.	Тема 5. Адаптивные процессоры	28	1	1	4	16
8.	Тема 6. Обращение выборочной ковариационной матрицы	28	1	1	4	16
9.	Модуль 3 Компенсация погрешностей адаптивных антенных решеток	62,7	6	6	8	72,7
10.	Тема 7. Компенсация основных погрешностей	28	3	3	4	36
11.	Тема 8. Перспективные методы обработки	34,7	3	3	4	36,7
12.	Контроль	9				
13.	Экзамен	0,3				
14.	Итого за <u>1</u> семестр	252	18	18	36	170,7
15.	ИТОГО:	252	18	18	36	170,7

Очно - заочная форма обучения не реализуется

Заочная форма обучения не реализуется

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценка освоения обучающимися содержания дисциплины (модуля) включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.

Внутрисеместровая аттестация проводится в форме письменной контрольной работы.

ТИПОВОЙ ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вариант А. Рассчитать частоту дискретизации сигнала вида $0.5\sin(2\pi 1000t)$ и привести его график с помощью средств системы Octave.

Вариант Б. С помощью средств системы Octave вычислите амплитудный и фазовые спектры временных сигналов вида: [0.12512 0.12610 0.12708 0.12805 0.12903 0.13001 0.13099 0.13196].

Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплинам (модулям) осуществляется в форме зачета с оценкой, экзамена с использованием следующих оценочных материалов:

Вопросы к экзамену

(1 семестр, очная форма обучения)

1. В чём состоит основная задача адаптивной пространственной фильтрации и чем она принципиально отличается от неадаптивной?
2. Модели сигналов и помех в антенной решетке
3. Статистические свойства сигналов и помех в AP
4. Оптимальная обработка сигналов и компенсация помех в AP
5. Оптимальная винеровская фильтрация и компенсация помех
6. Оптимальная марковская фильтрация и компенсация помех
7. Адаптивная фильтрация и компенсация помех
8. Эффективность компенсации помех
9. Обработка сигналов в антенной решетке по критерию минимума среднего квадрата ошибки
10. Обработка сигналов в антенной решетке по критерию максимума отношения сигнал-помеха
11. Защита диаграммы направленности антенной решетки от искажений при пространственной компенсации помех
12. Градиентный алгоритм адаптивной подстройки компенсатора помех
13. Алгоритмы адаптации компенсатора помех методом линейного случайного поиска
14. Сравните критерии оптимизации для алгоритмов адаптивной пространственной обработки: минимальной дисперсии (MVDR), максимального правдоподобия (ML) и метода наименьших квадратов (LS)

15. Алгоритмы адаптации компенсатора помех методом непосредственного обращения матрицы корреляции
16. Рекуррентный алгоритм адаптации компенсатора помех
17. Что понимается под "замиранием" сигналов (signal fading) в условиях многолучевого распространения? Как методы адаптивной пространственной обработки (например, адаптивные лучи и нули) позволяют бороться с этим эффектом?
18. Опишите принцип работы и преимущества алгоритма на основе собственного разложения (например, MUSIC или ESPRIT)
19. Выведите основные уравнения алгоритма наименьших средних квадратов (LMS) для адаптивной антенной решётки.
20. Какие основные трудности возникают при практической реализации алгоритмов АПОС в реальном времени

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Джиган, В. И. Адаптивная фильтрация сигналов : теория и алгоритмы : практическое пособие / В. И. Джиган. – Москва : Техносфера, 2013. – 528 с. : ил., табл., схем. – (Мир цифровой обработки). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233460> (дата обращения: 15.03.2025). – ISBN 978-5-94836-342-4. – Текст : электронный.
2. Баланис, К. А. Введение в смарт-антенны / К. А. Баланис, П. И. Иоанидес ; под ред. В. В. Попова ; ред. М. Д. Парнес ; пер. К. В. Юдинцев. – Москва : РИЦ Техносфера, 2012. – 200 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214287> (дата обращения: 15.03.2025). – ISBN 978-5-94836-312-7. – Текст : электронный.
3. Костромицкий, С. М. Самофокусирующиеся антенные решетки с разделением сигналов / С. М. Костромицкий ; Национальная академия наук Беларуси. – Минск : Беларуская навука, 2019. – 202 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576443> (дата обращения: 15.03.2025). – Библиогр.: с. 195 - 198. – ISBN 978-985-08-2512-4. – Текст : электронный.

4.2. Дополнительная литература

1. Щетинин, Ю. И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB : учебное пособие : [16+] / Ю. И. Щетинин. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. – 115 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229142> (дата обращения: 15.03.2025). – ISBN 978-5-7782-1807-9. – Текст : электронный.

2. Спектор, А. А. Статистическая теория радиотехнических систем : учебное пособие : [16+] / А. А. Спектор. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 82 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228842> (дата обращения: 15.03.2025). – ISBN 978-5-7782-2180-2. – Текст : электронный.
3. Спектор, А. А. Радиотехнические системы : лабораторный практикум : учебно-методическое пособие : [16+] / А. А. Спектор, С. Г. Филатова, А. А. Мурасев ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 40 с. : ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576529> (дата обращения: 15.03.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3151-1. – Текст : электронный.
4. Волков, В. Ю. Моделирование случайных полей : лабораторная работа №1 : учебное пособие : [16+] / В. Ю. Волков, В. А. Рогачев. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. – 28 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241949> (дата обращения: 15.03.2025). – ISBN 978-5-4458-9528-2. – DOI 10.23681/241949. – Текст : электронный.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://www.dsplib.ru/	Теория и практика цифровой обработки сигналов	Свободный доступ.
2.	http://www.lan23.ru/	Информационный некоммерческий портал беспроводных коммуникаций. Обзор аппаратных и программных средств сетей Wi-Fi. Вардрайвинг.	http://www.lan23.ru/
3.	http://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система.	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

4.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
5.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.
- Octave - свободная система для математических вычислений. Срок действия лицензии: бессрочно.
- Micro-Cap — SPICE-подобная программа для аналогового и цифрового моделирования электрических и электронных цепей с интегрированным визуальным редактором. Имеется бесплатная студенческая версия (demo).

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Лаборатория цифровой обработки сигналов (учебная аудитория № 009) для проведения учебных занятий.

Перечень основного оборудования:

Отладочная плата LPC2378-STK, отладочный набор DL-Atlys Spartan-6 FPGA, источник постоянного тока HY3005, паяльная станция Аоуе 768, генератор сигналов высокочастотный Г4-153, генератор ТВ сигналов.