

«Утверждаю»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.02.02 Методы и алгоритмы цифровой обработки 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	1,2		
Лекции	36		
Лабораторные занятия	72		
Практические (семинарские) занятия	36		
в т.ч. практическая подготовка	4		
Консультации			
Формы промежуточной аттестации	зачет экзамен- 0,3		
Контроль	9		
Иные формы работы	-		
Самостоятельная работа	242,7		

Всего часов: 396

Трудоемкость: 11 зачетных единиц

Разработчик рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент

И.В. Пешков

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины

получение студентами математических основ представления и обработки дискретных сигналов. Практических навыков по основам анализа, построения систем представления, преобразования цифровых дискретных сигналов.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение теоретических основ и практического приложения представления сигналов в дискретные моменты времени;
- линейных инвариантных во времени систем и свертки;
- спектрального анализа; цифровой фильтрации.

Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина Б1.О.02.02 Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины Б1.О.02.02 Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов направлен на формирование следующих компетенций: УК-4; ОПК-2; ОПК-4

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 корректорскую правку текстов научного и официально-делового стилей речи на русском и иностранном языке;

		<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-2. Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методы синтеза и анализа математических моделей 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы синтеза и исследования моделей
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать и обосновывать адекватный метод математического моделирования для поставленной задачи 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками критической оценки корректности постановки задачи и выбранного метода моделирования 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками методологического анализа научного исследования и его результатов
<p>ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения</p>	<p>Знать:</p> <p>методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации радиотехнических устройств и систем с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации радиотехнических устройств и систем с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств

инженерных задач	Уметь: осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач в инженерной деятельности.	Умеет: - осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач в инженерной деятельности
	Владеть: современными программными средствами моделирования, оптимального проектирования и конструирования радиотехнических устройств и систем различного функционального назначения.	Владеет: - современными программными средствами моделирования, оптимального проектирования и конструирования радиотехнических устройств и систем различного функционального назначения

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	ЛБ	ПЗ	
1.	Раздел 1 Обработка дискретных сигналов во временной области.	68,8	9	12	12	35,8
2.	Тема 1. Сигналы и обработка сигналов.	2,3	0,5	0	0	1,8
3.	Тема 2. Свойства сигналов. Сдвиг сигналов во времени	13	1	4	4	4
4.	Тема 3. Ключевые тестовые сигналы. Дельта-импульс, функция Хевисайда, комплексная экспонента.	5	1	0	0	4
5.	Тема 4. Синусоидальные функции. Свойства дискретных во времени синусоидальных функций. Свойства дискретной во времени комплексной экспоненты.	13	1	4	4	4
6.	Тема 5. Представле-	5	1	0	0	4

	ние дискретных сигналов как векторов.					
7.	Тема 6. Скалярное произведение сигналов. Неравенство Коши-Шварца	12	1	4	4	4
8.	Тема 7. Бесконечные во времени сигналы.	5	1	0	0	4
9.	Тема 8. Линейные инвариантные во времени системы. Их свойства и значимость для цифровой обработки сигналов.	5	1	0	0	4
10.	Тема 9. Свертка сигналов. Свойства свертки и способы ее вычисления.	5	1	0	0	4
11.	Тема 10. Характеристика стабильности систем обработки сигналов.	2,5	0,5	0	0	2
12.	Раздел 2 Обработка дискретных сигналов в частотной области.	46,5	4,5	12	12	18
13.	Тема 11. Непрерывные во времени ряды Фурье. Вывод формулы, свойства. Сходимость рядов.	7,5	1,5	0	0	6
14.	Тема 12. Дискретное преобразование Фурье. Вывод формулы, свойства. Быстрое преобразование Фурье	31,5	1,5	12	12	6
15.	Тема 13. Дискретизация и восстановление сигналов. Дискретизация и теорема Найквиста. Интерполяция sinc-функцией.	7,5	1,5	0	0	6
16.	Раздел 3 Цифровые фильтры.	46,5	4,5	12	12	18
17.	Тема 14. Преобразование Лапласа. Регион сходимости. Реализация непрерывных во времени систем.	7,5	1,5	0	0	6
18.	Тема 15. z-Преобразование. Ре-	7,5	1,5	0	0	6

	гион сходимости. Реализация дискретных во времени систем.					
19.	Тема 16. Проектирование дискретных во времени фильтров.	31,5	1,5	12	12	6
20.	Раздел 4 Практические приложения.	188,7	18	36	36	98,7
21.	Распознавание образов изображений	46	4,5	9	9	24,5
22.	Сжатие изображений и звука	47	4,5	9	9	24,5
23.	Цифровая фильтрация сигналов	47	4,5	9	9	24,5
24.	Цифровая обработка широкополосных радиосигналов	47	4,5	9	9	25,2
25.	Зачет с оценкой					
26.	Экзамен	0,3				
27.	Итого за <u>1</u> семестр	180	18	36	18	108
28.	Итого за <u>2</u> семестр	216	18	36	18	134,7
29.	ИТОГО:	396	36	72	36	242,7

**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 зачету с оценкой
(1 семестр, очная форма обучения)

1. Сигналы и обработка сигналов.
2. Свойства сигналов. Сдвиг сигналов во времени
3. Ключевые тестовые сигналы. Дельта-импульс, функция Хевисайда
4. Комплексная экспонента.
5. Свойства дискретных во времени синусоидальных функций.
6. Апериодичность дискретных синусоид
7. Свойства дискретной во времени комплексной экспоненты.
8. Представление дискретных сигналов как векторов.
9. Скалярное произведение сигналов.
10. Неравенство Коши-Шварца.
11. Бесконечные во времени сигналы.
12. Линейные инвариантные во времени системы. Их свойства и значимость для цифровой обработки сигналов.
13. Свертка сигналов.
14. Свойства свертки и способы ее вычисления.
15. Характеристика стабильности систем обработки сигналов.
16. Непрерывные во времени ряды Фурье.
17. Свойства и Сходимость рядов Фурье.
18. Дискретное преобразование Фурье.
19. Свойства дискретного преобразования Фурье.
20. Быстрое преобразование Фурье.
21. Дискретизация и квантование по уровню.
22. Теорема Найквиста.
23. Интерполяция sinc-функцией.
24. Преобразование Лапласа.
25. Регион сходимости Преобразования Лапласа.
26. z-Преобразование.
27. Регион сходимости z-Преобразования.
28. Проектирование дискретных во времени фильтров.

Вопросы к экзамену
(2 семестр, очная форма обучения)

1. Сигналы и обработка сигналов.
2. Свойства сигналов. Сдвиг сигналов во времени
3. Ключевые тестовые сигналы. Дельта-импульс, функция Хевисайда
4. Комплексная экспонента.
5. Свойства дискретных во времени синусоидальных функций.
6. Апериодичность дискретных синусоид
7. Свойства дискретной во времени комплексной экспоненты.
8. Представление дискретных сигналов как векторов.
9. Скалярное произведение сигналов.
10. Неравенство Коши-Шварца.
11. Бесконечные во времени сигналы.

12. Линеинные инвариантные во времени системы. Их свойства и значимость для цифровой обработки сигналов.
13. Свертка сигналов.
14. Свойства свертки и способы ее вычисления.
15. Характеристика стабильности систем обработки сигналов.
16. Непрерывные во времени ряды Фурье.
17. Свойства и Сходимость рядов Фурье.
18. Дискретное преобразование Фурье.
19. Свойства дискретного преобразования Фурье.
20. Быстрое преобразование Фурье.
21. Дискретизация и квантование по уровню.
22. Теорема Найквиста.
23. Интерполяция sinc-функцией.
24. Преобразование Лапласа.
25. Регион сходимости Преобразования Лапласа.
26. z-Преобразование.
27. Регион сходимости z-Преобразования.
28. Проектирование дискретных во времени фильтров.
29. Распознавание образов изображений
30. Сжатие изображений и звука
31. Цифровая фильтрация сигналов
32. Цифровая обработка широкополосных радиосигналов

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Умняшкин, С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие : [16+] / С. В. Умняшкин. – Изд. 7-е испр. – Москва : Техносфера, 2024. – 552 с. : ил., табл. – (Мир цифровой обработки). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=719964> (дата обращения: 15.03.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-94836-686-9. – Текст : электронный.
2. Васюков, В. Н. Цифровая обработка сигналов : сборник задач и упражнений : учебное пособие : [16+] / В. Н. Васюков ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 76 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576569> (дата обращения: 15.03.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3572-4. – Текст : электронный.

4.2. Дополнительная литература

1. Современные алгоритмы обработки пространственно-временных сигналов в сетях связи : учебное пособие : [16+] / В. П. Федосов, В. В. Воронин,

С. В. Кучерявенко [и др.] ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2019. – 99 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577755> (дата обращения: 15.03.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-3210-0. – Текст : электронный.

2. Вальке, А. А. Электронные средства сбора и обработки информации : учебное пособие : [16+] / А. А. Вальке, В. А. Захаренко. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 112 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493448> (дата обращения: 15.03.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2519-0. – 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.