

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.02.02 Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов

(Шифр и полное название дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки: 43.04.01 Сервис

Направленность (профиль): Сервис цифровых радиотехнических систем

Квалификация (степень): магистр

Форма обучения: очная

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: физики, радиотехники и электроники

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	II		
Семестр/триместр	3		

Лекции	10		
Лабораторные занятия	8		
Практические (семинарские) занятия	18		
Консультации	не предусмотрены		
В т.ч. практическая подготовка	4		
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет с оценкой		
Контроль	не предусмотрен		
Самостоятельная работа	72		

Всего часов: 180

Трудоемкость: 5 зачетных единиц.

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов» является получение студентами математических основ представления и обработки дискретных сигналов. Практических навыков по основам анализа, построения систем представления, преобразования цифровых дискретных сигналов.

Задачи изучения дисциплины:

Задачами изучения дисциплины «Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов» являются 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: реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПКС-1 способен к организации и управлению процессами постпродажного обслуживания и сервиса на уровне крупной промышленной организации	Знать: -современные модели сервисного обслуживания, -факторы, формирующие динамику потребительского спроса на услуги радиосвязи	Знает: принципы технического обслуживания систем цифрового телевидения.
	Уметь: -осуществлять анализ технологии и качества выполнения процессов постпродажного обслуживания и сервиса, условий работы оборудования с целью определения необходимости проведения корректирующих мероприятий	Умеет: мероприятия по обслуживанию и ремонту оборудования систем цифрового телевидения.
	Владеть: -навыками разработки комплексов операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий или их составных частей	Владеет: навыками по проведению работ по обеспечению восстановлению исправности систем цифрового телевидения.
ПКС-2 способ-	Знать:	Знает:

бен к проведению измерений и проверки качества работы оборудования, проведению ремонтно-профилактических и ремонтно-восстановительных работ систем радиосвязи	<p>-методы измерений показателей качества работы закрепленного оборудования;</p> <p>-методы и способы поиска и устранения неисправностей на обслуживаемом оборудовании, линиях передачи, трактах и каналах</p>	способы поиска и устранения неисправностей систем цифрового телевидения.
	<p>Уметь:</p> <p>-организовывать и контролировать проведение измерений и проверку качества работы оборудования, проведение планово-профилактических и ремонтно-восстановительных работ.</p>	<p>Умеет:</p> <p>осуществлять проверку качества работы оборудования систем цифрового телевидения.</p>
	<p>Владеть:</p> <p>-навыками выполнения работ по поиску и устранению наиболее сложных повреждений;</p> <p>навыками контроля качества выполненных работ.</p>	<p>Владеет:</p> <p>навыками по проведению работ по поиску и устранению наиболее сложных повреждений систем цифрового телевидения.</p>

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	Раздел 1 Обработка дискретных сигналов во временной области.	25	9	12	4	
2.	Тема 1. Сигналы и обработка сигналов.	0.5	0,5	0	0	
3.	Тема 2. Свойства сигналов. Сдвиг сигналов во времени	5	1	4		
4.	Тема 3. Ключевые тестовые сигналы. Дельта-импульс, функция Хевисайда, комплексная экспонента.	1	1	0	0	
5.	Тема 4. Синусоидальные функции. Свойства дискретных во времени синусоидальных функций.	9	1	4	4	

	Свойства дискретной во времени комплексной экспоненты.					
6.	Тема 5. Представление дискретных сигналов как векторов.	1	1	0	0	
7.	Тема 6. Скалярное произведение сигналов. Неравенство Коши-Шварца	9	1	4	4	
8.	Тема 7. Бесконечные во времени сигналы.	1	1	0	0	
9.	Тема 8. Линейные инвариантные во времени системы. Их свойства и значимость для цифровой обработки сигналов.	1	1	0	0	
10.	Тема 9. Свертка сигналов. Свойства свертки и способы ее вычисления.	1	1	0	0	
11.	Тема 10. Характеристика стабильности систем обработки сигналов.	0,5	0,5	0	0	
12.	Раздел 2 Обработка дискретных сигналов в частотной области.	38,5	4,5	12	4	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	23,5	1,5	12	4	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.	34,5	4,5	12		18
17.	Тема 14. Преобразование Лапласа. Регион сходимости. Реализация непрерывных во времени систем.	7,5	1,5	0		6
18.	Тема 15. z-Преобразование. Регион сходимости. Реализация дискретных во времени систем.	7,5	1,5	0		6
19.	Тема 16. Проектирование дискретных во времени фильтров.	19,5	1,5	12		6
20.	Раздел 3 Практические приложения.	90	18	36		36
21.	Распознавание образов изображений	13,5	1,5			12
22.	Сжатие изображений и звука	13,5	1,5			12
23.	Цифровая фильтрация	9,5	3,5			6

	сигналов					
24.	Цифровая обработка широкополосных радиосигналов	9,5	3,5			6
25.	Зачет с оценкой					
26.	Экзамен	0,3				
27.	в т.ч. практическая подготовка	2-4				
28.	Итого за 3 семестр	180	10	18	8	72
29.	ИТОГО:	180	10	18	8	72

Очно-заочная форма обучения *(не реализуется)*

Заочная форма обучения *(не реализуется)*

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ 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.

Типовые контрольные 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 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. Аперiodичность 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. 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.
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. – 5-е изд., исправл. и доп. – Москва : Техносфера, 2019. – 550 с. : ил., схем. – (Мир цифровой обработки). – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=597188> (дата обращения: 01.09.2020).
2. Васюков, В.Н. Цифровая обработка сигналов: сборник задач и упражнений : [16+] / В.Н. Васюков ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 76 с. : ил., табл. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576569> (дата обращения: 01.09.2020).

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. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577755> (дата обращения: 01.09.2020).
2. Вальке, А.А. Электронные средства сбора и обработки информации : учебное пособие / А.А. Вальке, В.А. Захаренко ; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 112 с. : табл., схем., ил. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493448> (дата обращения: 01.09.2020).

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

№ 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. Об-	http://www.lan23.ru/

		зор аппаратных и программных средств сетей Wi-Fi. Вардрайвинг.	
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

1.	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
2.	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

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных : Отладочная плата LPC2378-STK, отладочный набор DL-Atlys Spartan-6 FPGA, источник постоянного тока HY3005, паяльная станция Aoyue 768, генератор сигналов высокочастотный Г4-153, генератор ТВ сигналов.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

IX. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Критерии определения оценок на экзамене, зачете с оценкой, зачете

Выставление оценок на экзамене/ зачете с оценкой/ зачете осуществляется на основе принципов объективности, справедливости, всестороннего анализа уровня знаний обучающегося.

При выставлении оценки экзаменатор учитывает:

- знание фактического материала по программе, в том числе; знание обязательной литературы, современных публикаций по программе курса, а также истории науки;
- степень активности обучающегося на семинарских занятиях;
- логику, структуру, стиль ответа;
- культуру речи, манеру общения;
- готовность к дискуссии, аргументированность ответа;
- уровень самостоятельного мышления;
- умение приложить теорию к практике, решить задачи;
- наличие пропусков семинарских и лекционных занятий по неуважительным причинам.

Оценка «отлично».

Оценка «отлично» ставится обучающемуся, ответ которого содержит:

- глубокое знание программного материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой;
- знание концептуально-понятийного аппарата всего курса;
- знание монографической литературы по курсу,
- также свидетельствует о способности:
- самостоятельно критически оценивать основные положения курса;
- увязывать теорию с практикой.

Оценка «отлично» не ставится в случаях систематических пропусков студентом семинарских и лекционных занятий по неуважительным причинам, отсутствия

активного участия на семинарских занятиях, а также неправильных ответов на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо».

Оценка «хорошо» ставится обучающемуся, ответ которого свидетельствует:

о полном знании материала по программе;

о знании рекомендованной литературы, а также содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.

Оценка «хорошо» не ставится в случаях пропусков обучающимся семинарских и лекционных занятий по неуважительным причинам.

Оценка «удовлетворительно» ставится обучающемуся, ответ которого содержит:

- поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса;
- затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса;
- стремление логически четко построить ответ, а также свидетельствует о возможности последующего обучения.

Зачет проводится в устной и/ или письменной форме. Оценка сдачи зачета производится на основе следующих критериев:

- оценка «зачтено» ставится, если обучающийся демонстрирует достаточное (целостное) знание дисциплины, т.е. отвечает самостоятельно на оба вопроса билета или самостоятельно отвечает на один из двух вопросов билета, а в другом вопросе билета ориентируется после «наводящих» вопросов преподавателя; отвечает на дополнительные вопросы по темам билета; в случае сомнения – отвечает самостоятельно на дополнительные вопросы по другим темам дисциплины.
- оценка «не зачтено» ставится, если обучающийся не ответил ни на один вопрос билета (ни самостоятельно, ни с помощью «наводящих» вопросов преподавателя); не знает основных категорий дисциплины; допускает при ответе на вопросы грубые ошибки или неточности.

Оценки «неудовлетворительно» и «не зачтено».

Оценки «неудовлетворительно» и «не зачтено» ставятся обучающемуся, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.