

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.04.10 Цифровая обработка сигналов**

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

**Направление подготовки:** 11.03.01 Радиотехника

**Направленность (профиль):** Электронные цифровые устройства и системы

**Квалификация (степень):** бакалавр

**Форма обучения:** очно-заочная

**Институт:** математики, естествознания и техники

**Кафедра:** физики, радиотехники и электроники

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс		4	
Семестр/триместр		A	

Лекции		4	
Лабораторные занятия		4	
Практические (семинарские) занятия		4	
Консультации		0,3	
Форма(ы) промежуточной аттестации			
Контроль		9	
Иные формы работы			
Самостоятельная работа		50,3	

Всего часов: 72

Трудоемкость: 2 зачетных единиц.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент \_\_\_\_\_ Пешков И.В.

**I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

**Цель изучения дисциплины:** 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:**

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

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина Б1.О.04.10 «Цифровая обработка сигналов» реализуется в рамках модуля 4 «Предметно-содержательный» части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений.

**Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1</b> Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Знать: - фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы.	Знает: - фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы
	Уметь: - применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Умеет: - применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера
	Владеть: - навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.	Владеет: - навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.
<b>ОПК-4</b> Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Знать: - современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации.	Знает: - принципы работы современных информационных технологий и способы их использования для решения задач профессиональной деятельности

	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации</li> </ul>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обоснованно выбирать современные информационные технологии и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками обеспечения информационной безопасности.</li> </ul>	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы современных информационных технологий и способами их использования для решения задач профессиональной деятельности.</li> </ul>
<p><b>ОПК-5</b> Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы протекания процессов в блоках цифровой обработки сигналов, основные операция протекающие при этом, такие как сложение сигналов, свертка и др.</li> <li>- алгоритмы цифровой обработки сигналов такие как спектральный анализ, фильтрация, а также среду инженерных расчётов и обработки цифровых сигналов</li> </ul>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы и закономерности протекания информационных процессов, способы обработки массивов информации с помощью различных информационных технологий и вычислительных систем для решения поставленных профессиональных задач, а также для создания новых информационных ресурсов;</li> <li>типы алгоритмов и способы их написания, алгоритмические языки программирования и современные среды разработки компьютерных программ.</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обрабатывать цифровые потоки данных на основы подходов присущих в разделах линейной алгебры</li> <li>- писать простые программы на языке высокого уровня для спектрального анализа, а также фильтрации цифровых сигналов</li> </ul>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обрабатывать массивы информации с помощью различных информационных технологий и вычислительных систем, оценивать и использовать их потенциал для решения профессионально-ориентированных задач;</li> <li>- составлять алгоритмы, писать и проводить отладку кода на языке программирования, тестировать работоспособность программы.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования основных конструкций языка высокого уровня для спектрального анализа, а также фильтрации цифровых сигналов</li> <li>- навыками трансляции математического описания</li> </ul>	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способами модификации, адаптации существующих и создания новых массивов информации для осуществления профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий и</li> </ul>

	блоков цифровой обработки сигналов для обработки радиосигналов	вычислительных систем; - навыками использования современных языков программирования для решения профессиональных задач.
--	--	---

## **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**

**Не реализуется**

**Очно-заочная форма обучения**

Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
		ЛК	ПЗ	ЛБ	
<b>Раздел 1 Обработка дискретных сигналов во временной области.</b>	13,8	1		2	9,7
Тема 1. Сигналы и обработка сигналов.	2,3	0,5	-	0	1,8
Тема 4. Синусоидальные функции. Свойства дискретных во времени синусоидальных функций. Свойства дискретной во времени комплексной экспоненты.	6,5	0,5	-	2	4
Тема 6. Скалярное произведение сигналов. Неравенство Коши-Шварца	5		-	-	4
<b>Раздел 2 Обработка дискретных сигналов в частотной области.</b>	29	2	4	2	16
Тема 12. Дискретное преобразование Фурье. Вывод формулы, свойства. Быстрое преобразование Фурье	16	2	4	2	12
Тема 13. Дискретизация и восстановление сигналов. Дискретизация и теорема Найквиста.	13	-	-	-	4
<b>Раздел 3 Цифровые фильтры.</b>	29	1	-	2	25
Тема 16. Проектирование дискретных во времени фильтров.	29	1	-		25
Контроль:	-	-	-	-	--
Консультации	-	-	-	-	-
Форма отчетности: зачет	0,3	-	-	-	-
Итого за 4 семестр	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>50,7</b>
в т.ч. практическая подготовка					
<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>50,7</b>

**Заочная форма обучения  
Не реализуется**

### **III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, теста, реферата, творческого задания, кейса и др.

**Типовой вариант 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].

### Примерная тематика рефератов

1. Способы распознавания образов
2. Основы применения нейронных сетей
3. Современные подходы к спектральному анализу сигналов

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

### Вопросы к зачету

( 10\_ семестр, очная/очно-заочная/заочная 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.  
 Проектирование дискретных во времени фильтров.

#### IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Основная литература

*Указываются только электронные ресурсы из ЭБС, 1-2 источника*

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

*Указываются электронные ресурсы из ЭБС или учебно-методические материалы (с указанием полной ссылки на сайт кафедры)*

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.	<a href="http://www.dsplib.ru/">http://www.dsplib.ru/</a>	Теория и практика	Свободный доступ.

		цифровой обработки сигналов	
2.	<a href="http://www.lan23.ru/">http://www.lan23.ru/</a>	Информационный некоммерческий портал беспроводных коммуникаций. Обзор аппаратных и программных средств сетей Wi-Fi. Вардрайвинг.	<a href="http://www.lan23.ru/">http://www.lan23.ru/</a>
3.	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	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

*(В таблицу добавить базы и системы, необходимые для конкретной дисциплины)*

1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	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.	<a href="http://www.garant.ru">www.garant.ru</a>	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
3.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	<a href="http://www.consultant.ru">www.consultant.ru</a>	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ
5.	...		

## VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее 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 Аоуе 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.