

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель ученого совета ФРТЭ

_____ В.А. Небольсин

« ____ » _____ 20__ г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.19 «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ»

для направления подготовки (специальности)

28.03.02 «Наноинженерия»

(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация)

«Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения: очная

Срок обучения: нормативный

Кафедра полупроводниковой электроники и наноэлектроники

(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: Липатов Г.И., кандидат технических наук

(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии ФРТЭ

(наименование факультета)

Протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Председатель методической комиссии _____ Е.Н. Коровин

Воронеж 2017 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

УТВЕРЖДАЮ»

Председатель ученого совета ФРТЭ

_____ В.А. Небольсин

«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ»

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и наноэлектроники (ППЭНЭ)

Направление подготовки (специальности): 28.03.02 «Наноинженерия»

Профиль: «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Часов по УП: 108 / **Часов по РПД:** 108

Часов по УП (без учета на экзамены): 108/ **Часов по РПД:** 108

Часов на самостоятельную работу по УП: 36 (66,7 %)

Часов на самостоятельную работу по РПД: 36 (66,7 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены —; Зачеты 6; Курсовые проекты —;
Курсовые работы —.

Форма обучения: очная. **Срок обучения:** нормативный

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятия	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1/18		2/18		3/18		4/18		5/18		6/18		7/18		8/12		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции											36	36					36	36
Лабораторные											18	18					18	18
Практические											—	—					—	—
Ауд. занятия											54	54					54	54
Сам. работа											54	54					54	54
Итого											108	108					108	108

Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) — государственные требования к минимуму содержания и уровня подготовки бакалавра по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия». Утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 3 декабря 2015 г. № 1414.

Программу составил канд. техн. наук, доцент

Г.И. Липатов

Рецензент: д-р ф.-м. наук, профессор

С.И. Рембеза

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ППЭНЭ.

Протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии ФРТЭ.

Протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Председатель методической комиссии ФРТЭ

Е.Н. Коровин

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью изучения дисциплины «Математические основы обработки сигналов» является формирование у обучающихся знаний, умений, навыков и компетенций по основам теории сигналов и математических методов, лежащих в основе алгоритмов их обработки при решении задач проектирования микро- и наносистемной техники.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи иметь представление об:
1.2.1	описании сигналов с помощью простейших и ортогональных функций;
1.2.2	гармоническом анализе периодических и непериодических сигналов;
1.2.3	линейных стационарных системах и моделях типа «вход-выход»;
1.2.4	принципах фильтрации сигналов и методах построения фильтров.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Цикл (раздел) ОПОП: базовый		Код дисциплины в УП: Б1.Б.19
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося: Б1.Б.6 «Математика» Б1.Б.7 «Информатика» Б1.Б.10 «Физика» Б1.В.ОД5 «Методы математической физики»	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Б1.В.ОД.13 «Микроэлектромеханические системы» Б1.В.ДВ.3.1 «Автоматизация измерений и контроля»	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код и наименование компетенции	
ОПК-1	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН

3.1	Знать: общую характеристику сигналов, методы их описания и модели (ОПК-1); описание линейной стационарной системы и линейной дискретной системы с использованием метода передаточной функции (ОПК-1); принципы фильтрации сигналов и методы построения фильтров (ОПК-1).
3.2	Уметь: определять передаточную функцию звена линейной стационарной системы по его дифференциальному уравнению и строить частотные и временные характеристики (ОПК-1); определять передаточную функцию линейной стационарной системы по передаточным функциям входящих в неё звеньев (ОПК-1); выполнять обработку данных в частотной области (ОПК-1); выполнять расчет аналоговых фильтров (ОПК-1).
3.3	Владеть: методами анализа и расчета характеристик систем обработки сигналов (ОПК-1); методами синтеза систем обработки сигналов (ОПК-1)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах
-------	---------------------------------	-----------------	---

			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Общая характеристика сигналов	1, 2	4			4	8
2	Гармонический анализ сигналов	3—6	8			8	16
3	Линейные стационарные системы	7—10	8		8	10	26
4	Аналоговые фильтры	11—13	6		4	4	14
5	Дискретные модели сигналов	14, 15	4			8	12
6	Линейные дискретные системы	16—18	6		6	20	32
Итого часов:			36		18	54	108

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов
1 Общая характеристика сигналов		
1	Основные понятия: информация, сообщение, сигнал. Математическая модель аналогового сигнала. Классификация и характеристики сигналов	2
2	Представление детерминированного сигнала с помощью простейших функций. Дискретизация аналоговых сигналов. Дискретные и цифровые последовательности	2
2 Гармонический анализ сигналов		
3	Базисная система гармонических функций. Тригонометрический ряд Фурье	2
4	Комплексный (экспоненциальный) ряд Фурье. Спектральные характеристики простейших периодических сигналов	2
5	Условия и теорема Дирихле. Явление Гиббса. Распределение мощности в спектре периодического сигнала. Практическая ширина спектра периодического сигнала	2
6	Гармонический анализ непериодических сигналов. Спектральные характеристики простейших непериодических сигналов	2
3 Линейные стационарные системы		
7	Свойства линейных стационарных систем: линейность, стационарность, физическая реализуемость. Дифференциальное уравнение и передаточная функция линейной стационарной системы	2
8	Частотная передаточная функция и частотные характеристики линейной стационарной системы. Импульсная переходная функция. Расчет реакции системы на детерминированные сигналы при помощи интеграла свертки	2
9	Устойчивость линейных стационарных систем	2
10	Спектральный и операторный методы определения реакции системы на детерминированные сигналы. Условия неискаженной передачи сигналов. Интегрирование и дифференцирование детерминированных сигналов	2
4 Аналоговые фильтры		
11	Задача фильтрации. Понятие фильтра. Базисные фильтры и их идеальные частотные характеристики. Задача аппроксимации. Типовые фильтры нижних частот	2
12	Фильтры Баттерворта и их свойства. Фильтры Чебышева первого рода и их свойства. Денормирование и трансформация фильтров	2
13	Расчет фильтров	2
5 Дискретные модели сигналов		
14	Типовые дискретные последовательности. Описание и преобразование дискретных последовательностей. Z-преобразование и его свойства. Обратное Z-преобразование	2

15	Преобразование Фурье дискретного сигнала. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Свойства дискретного преобразования Фурье	2
6 Линейные дискретные системы		
16	Понятие дискретной системы. Методы описания линейных дискретных систем: разностное уравнение, передаточная функция, импульсная характеристика, частотная передаточная функция и частотные характеристики	2
17	Структурные схемы дискретной системы. Устойчивость. Расчет реакции на входное воздействие	2
18	Дискретные интеграторы и дифференциаторы	2
Итого часов:		36

4.2 Практические занятия: не предусмотрены

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
3 Линейные стационарные системы			Проверка отчета по лабораторной работе
2—9	Анализ линейной стационарной системы с использованием метода передаточных функций	8	
10—13	Применение операционных усилителей в схемах обработки аналоговых сигналов	4	
4 Аналоговые фильтры			
14—18	Исследование активных аналоговых фильтров	6	
Итого часов:		18	

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1—18	Проработка материала лекций с использованием рекомендуемой литературы	Опрос	27
2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18	Подготовка к лабораторным работам	Ответы на контрольные вопросы	18
18	Подготовка к зачету	Зачет	9
Итого часов:			54

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:	
5.1	Лекции
5.2	Лабораторные работы

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Для текущего контроля успеваемости используются контрольные вопросы, помещенные в конце каждой лабораторной работы
6.1.2	В качестве заданий предусмотрены выдаваемые для самостоятельного решения задачи, аналогичные рассматриваемым на практических занятиях
6.2	Темы письменных работ не предусмотрены
6.3	Другие виды контроля не предусмотрены

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы/составители	Заглавие	Вид и годы издания	Обеспеченность
7.1.1 Основная литература				
Л1.1	Баскаков С.И.	Радиотехнические цепи и сигналы. — М.: Высш. шк., 2003. — 462 с.	Учеб. для вузов, 2003	0,5
Л1.2	Гоноровский И.С.	Радиотехнические цепи и сигналы. — М.: Дрофа, 2006. — 719 с.	Учеб. пособие, 2006	0,5
Л1.3	Макс Ж.	Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: В 2-х томах. — М.: Мир, 1983. — Т. 1. 312 с.	Монография, 1983	0,1
7.1.2 Дополнительная литература				
Л2.1	Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н.	Цифровая обработка сигналов: справочник. — М.: Радио и связь, 1985, 1990. — 312 с.	Справочник, 1985, 1990	1
Л2.2	Залманзон Л.А.	Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. — М.: Наука, 1989. — 496 с.	Монография, 1989	0,1
Л2.3	Марпл-мл. С.Л.	Цифровой спектральный анализ и его приложения. — М.: Мир, 1990. — 584 с.	Монография, 1990	0,1
Л2.4	Мошиц Г., Хорн П.	Проектирование активных фильтров: справочник. — М.: Мир, 1984. — 320 с.	Справочник, 1984	1
Л2.5	Васильев В.П., Мурро Э.Л., Смольский С.М.	Основы теории и расчета цифровых фильтров. — М.: ИД «Академия», 2007. — 272 с.	Учеб. пособие, 2007	0,1
Л2.6	Клаассен К.Б.	Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. — М.: Постмаркет, 2000. — 352 с.	Учеб. пособие, 2000	0,5
Л2.7	Дьяконов В.П.	MatchCAD 2001: специальный справочник. — СПб.: Питер, 2002. — 832 с.	Справочник, 2002	1
Л2.8	Ивановский Р.И.	Компьютерные технологии в науке и образовании. Практика применения систем MathCAD Pro. — М.: Высш. шк., 2003. — 431 с.	Учеб. пособие, 2003	0,5
7.1.3 Методические разработки				
Л3.1	Липатов Г.И.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1—5 по дисциплине «Основы теории автоматического управления». — Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2013. — 33 с.	Метод. указ., 2013	1
7.1.4 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы				
1	Давыдов А.В. Сигналы и системы. Лекции и практикум на ПК // http://prodav.narod.ru/signals/index.html			
2	Давыдов А.В. Цифровая обработка сигналов. Лекции и практикум на ПК // http://prodav.narod.ru/dsp/index.html			
3	Системы компьютерной математики MathCAD, MATLAB			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1	Учебный компьютерный класс, оснащенный компьютерными программами для выполнения расчетов, и рабочими местами для самостоятельной подготовки обучающихся с выходом в Интернет
-----	--

9. СТРУКТУРА И СОСТАВ ФОНДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонды оценочных средств по дисциплине представляют собой: перечень вопросов для рейтинговых и контрольных мероприятий, варианты тестовых заданий.

9.1. Перечень вопросов для рейтинговых и контрольных мероприятий.

1. Поясните характер связи между сигналом и сообщением.
2. Приведите примеры естественных природных процессов, используемых человеком в качестве сигналов.
3. На конкретном примере поясните понятия информации, сообщения и сигнала.
4. Поясните утверждение о том, что детерминированный сигнал не несет информации.
5. Приведите пример периодического природного процесса.
6. Какова основная причина использования ортогональных функций для разложения сигналов?
7. Запишите условия ортогональности и ортонормированности функций.
8. Рассчитайте среднюю мощность периодических сигналов, описываемых функциями:

а)

$$x(t) = \begin{cases} 5 & \text{при } 0 \leq t \leq T/2, \\ -3 & \text{при } T/2 \leq t \leq T; \end{cases}$$

б)

$$x(t) = 2|t| \text{ при } -T/2 \leq t \leq T/2.$$

9. Рассчитайте энергию сигналов, описываемых функциями:

а)

$$x(t) = \begin{cases} 2 & \text{при } 0,1 \leq t \leq 0,1, \\ 0 & \text{при } t < -0,1 \text{ и } t > 0,1; \end{cases}$$

б)

$$x(t) = \begin{cases} e^{-0,2t} & \text{при } 0 \leq t \leq 5, \\ 0 & \text{при } t < 0 \text{ и } t > 5. \end{cases}$$

10. Импульсный сигнал $x(t)$ прямоугольной формы имеет длительность $\tau=20$ мс и амплитуду $U=50$ В. Запишите аналитическое выражение этого сигнала, если:

- а) передний фронт импульса совпадает с началом отсчета времени;
- б) передний фронт импульса совпадает с моментом времени $t=5$ мс.

11. Сигнал $x(t)$ треугольной формы описывается функцией

$$x(t) = \begin{cases} 2t & \text{при } 0 \leq t \leq 0,5, \\ 2-2t & \text{при } 0,5 \leq t \leq 1,0; \end{cases}$$

Запишите функцию в виде суммы трех смещенных линейных функций.

12. Вычислите первые пять значений дискретной последовательности $x(n)$, полученной в результате дискретизации с периодом $T=0,01$ с сигналов:

$$\text{а) } x(t)=10\cos(2t); \text{ б) } x(t)=0,25t^2.$$

13. Поясните свойства периодических функций.
14. Охарактеризуйте основные особенности базисной системы, состоящей из тригонометрических функций.
15. Даны функции:

$$\text{а) } x(t)=5\sin(250\pi t+\pi/2); \text{ б) } x(t)=8\cos(100\pi t-\pi/3).$$

Запишите: 1) амплитуду; 2) фазу; 3) частоту в Гц; 4) круговую частоту; 5) период.

16. Какие формы записи гармонических функций используются в рядах Фурье?
17. Дан периодический сигнал, описываемый функцией

$$x(t)=5\cos(20\pi t+\pi/3)+3\cos(30\pi t-\pi).$$

Определите период сигнала. Постройте амплитудный и фазовый спектры.

18. Как отразится на значениях A_n и φ_n тригонометрического ряда Фурье изменение положения отсчета времени $t=0$?
19. Поясните причины, которые позволяют упростить расчеты коэффициентов a_n , b_n тригонометрического ряда Фурье для нечетных и четных функций.
20. Как возникает понятие отрицательной частоты?
21. Поясните отличия спектральных диаграмм, построенных на основе тригонометрической и комплексной форм записи ряда Фурье.
22. Как изменится спектр последовательности прямоугольных импульсов, если уменьшить длительность τ и период T импульсов в два раза?
23. Рассчитайте среднюю мощность периодического сигнала, описываемого функцией

$$x(t)=2\cos(5t)-\sin(10t)+0,5\sin(15t).$$

24. Покажите, что для преобразования Фурье справедлив принцип суперпозиции.
25. Поясните физический смысл амплитудного и фазового спектров непериодического сигнала.
26. Поясните, что произойдет со спектром непериодического сигнала при изменении полярности последнего на противоположный.
27. Покажите, что спектральная характеристика сигнала, описываемого действительной функцией $x(t)$, обладает свойствами:

$$|X(j\omega)|=|X(-j\omega)|, \arg X(j\omega)=-\arg X(-j\omega).$$

28. Покажите, что спектральная характеристика сигнала, описываемого действительной четной функцией $x(t)$, обладает свойствами:

$$\operatorname{Re} X(j\omega) = 2 \int_0^{\infty} x(t) \cos \omega t dt, \operatorname{Im} X(j\omega) = 0.$$

29. Покажите, что спектральная характеристика сигнала, описываемого действительной четной функцией $x(t)$, обладает свойствами:

$$\operatorname{Re} X(j\omega) = 0, \operatorname{Im} X(j\omega) = 2 \int_0^{\infty} x(t) \sin \omega t dt.$$

30. Как связаны между собой спектры одиночного импульса и периодической последовательности таких же импульсов?
31. Как изменятся амплитудный и фазовый спектры сигнала при его дифференцировании и интегрировании?
32. Что означает и для чего вводится понятие практической ширины спектра?
33. Можно ли использовать функции Лагерра для разложения сигналов, заданных на ограниченном интервале?
34. Какую роль выполняет параметр α функций Лагерра? Как его выбрать?
35. Поясните, что произойдет, если убрать нормирующий множитель $\sqrt{2\alpha}$ в функциях Лагерра.
36. Укажите основные преимущества и область применения функций Уолша.
37. Укажите основные отличия ортогональных функций Лагерра и Уолша.
38. Как определяется передаточная функция линейной стационарной системы по её дифференциальному уравнению?
39. Какой физический смысл имеет частотная передаточная функция?
40. Как связаны между собой АФЧХ, АЧХ и ФЧХ линейной стационарной системы?
41. Почему АФЧХ, АЧХ и ФЧХ системы целесообразно строить только для положительных значений частоты?
42. На вход интегратора с коэффициентом передачи $k=2 \text{ с}^{-1}$ подается гармоническое воздействие $x(t)=5\cos(100t)$. Определить параметры выходного сигнала в установившемся режиме.

43. Поясните математический и физический смысл импульсной переходной функции линейной системы.
44. Какова связь между импульсной переходной $w(t)$ и передаточной $W(s)$ функциями системы?
45. Какому условию удовлетворяет импульсная переходная функция физически реализуемой линейной системы?
46. Приведите пример практической задачи, требующей для своего решения применения частотных фильтров.
47. Дайте понятия полосы пропускания, полосы задерживания, граничных частот.
48. С какой целью в АЧХ фильтра вводится переходная полоса между полосой пропускания и полосой задерживания?
49. В каком виде задаются исходные данные при проектировании ФНЧ и ФВЧ, ПФ и ЗФ?
50. Покажите расположение полюсов ФНЧ Баттерворта для нескольких значений n .
51. Какой параметр устанавливает величину неравномерности передачи фильтра Чебышева первого рода в полосе пропускания? Как он влияет на АЧХ и расположение полюсов?
52. Найдите значение ϵ , при котором величина неравномерности передачи в полосе пропускания у фильтра Чебышева равна 0,1.
53. Поясните основные отличия АЧХ фильтров Баттерворта и Чебышева первого рода.
54. Поясните отличия в расположении полюсов фильтров Баттерворта и Чебышева первого рода.
55. Что понимают под денормированием фильтра? Когда и как применяется эта операция?
56. Как осуществляется трансформация ФНЧ в фильтры других типов?
57. Сигнал описывается функцией $x(t)=10e^{-4t} \cdot 1(t)$. Запишите дискретную последовательность $x[n]$, если период дискретизации $T=0,05$ с.
58. Поясните принципиальное отличие между прямой и обратной разностями дискретной последовательности.
59. Дана дискретная последовательность $x[n]=5n^2$. Найдите вторую разность $\Delta^2 x[n]$.
60. Дайте понятие суммы дискретной последовательности и поясните ее геометрический смысл.
61. Дана дискретная последовательность $x[n]=2n+5$. Найдите сумму дискретной последовательности для $n=4$.
62. Поясните смысл прямого и обратного Z-преобразований.
63. Дискретная последовательность $x[n]$ смещена на 3 интервала «назад». Запишите Z-изображение смещенной дискретной последовательности.
64. Дана дискретная последовательность $x[n]=A \cdot 1[n]-A \cdot 1[n-3]$. Постройте график и запишите Z-изображение дискретной последовательности.
65. Дайте понятие передаточной функции дискретной системы.
66. Дискретная система описывается разностным уравнением

$$y[n]+0,7 \cdot y[n-1]+0,01 \cdot y[n-2]=0,5 \cdot x[n].$$
 Найдите её передаточную функцию.
67. Дайте понятие импульсной характеристики линейной дискретной системы. Как связаны импульсная характеристика системы с её передаточной функцией?
68. Дайте понятие цифрового фильтра.
69. Поясните отличия способов квантования по уровню, основанных на использовании процедур *усечения* и *округления* значения дискретного отсчета сигнала.
70. Постройте характеристики многоступенчатого релейного элемента при квантовании по уровню с *усечением* и *округлением* значений дискретного отсчета.

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель ученого совета ФРТЭ

_____ В.А. Небольсин

« ____ » _____ 20 ____ г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД
«Математические основы обработки сигналов»

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

Изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники

Протокол № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией ФРТЭ

Председатель методической комиссии ФРТЭ

Е.Н. Коровин

«Согласовано»

С.И. Рембеза

Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

№ п/п	Авторы/ составители	Заглавие	Вид и годы издания	Обеспе- ченность
7.1.1 Основная литература				
Л1.1	Баскаков С.И.	Радиотехнические цепи и сигналы. — М.: Высш. шк., 2003. — 462 с.	Учеб. для вузов, 2003	0,5
Л1.2	Гоноровский И.С.	Радиотехнические цепи и сигналы. — М.: Дрофа, 2006. — 719 с.	Учеб. пособие, 2006	0,5
Л1.3	Макс Ж.	Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: В 2-х томах. — М.: Мир, 1983. — Т. 1. 312 с.	Монография, 1983	0,1
7.1.2 Дополнительная литература				
Л2.1	Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н.	Цифровая обработка сигналов: справочник. — М.: Радио и связь, 1985, 1990. — 312 с.	Справочник, 1985, 1990	1
Л2.2	Залманзон Л.А.	Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. — М.: Наука, 1989. — 496 с.	Монография, 1989	0,1
Л2.3	Марпл-мл. С.Л.	Цифровой спектральный анализ и его приложения. — М.: Мир, 1990. — 584 с.	Монография, 1990	0,1
Л2.4	Мошиц Г., Хорн П.	Проектирование активных фильтров: справочник. — М.: Мир, 1984. — 320 с.	Справочник, 1984	1
Л2.5	Васильев В.П., Мурро Э.Л., Смольский С.М.	Основы теории и расчета цифровых фильтров. — М.: ИД «Академия», 2007. — 272 с.	Учеб. пособие, 2007	0,1
Л2.6	Клаассен К.Б.	Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. — М.: Постмаркет, 2000. — 352 с.	Учеб. пособие, 2000	0,5
Л2.7	Ивановский Р.И.	Компьютерные технологии в науке и образовании. Практика применения систем MathCAD Pro. — М.: Высш. шк., 2003. — 431 с.	Учеб. пособие, 2003	0,5
7.1.3 Методические разработки				
Л3.1	Липатов Г.И.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1—5 по дисциплине «Основы теории автоматического управления». — Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2013. — 33 с.	Метод. указ., 2013	1

Зав. кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Зам. директора НТБ

Т.И. Буковшина