

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  
 Факультета информационных  
 технологий и компьютерной  
 безопасности  
 Пасмурнов С.М.

(подпись)  
 30.08.2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Автоматизация проектирования аналоговых и цифровых устройств  
 обработки сигнала**

(наименование дисциплины по УП)

**Закреплена за кафедрой:** Систем автоматизированного проектирования и информационных систем

**Направление подготовки (специальности):**

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

(код, наименование)

**Профиль:** Системы автоматизированного проектирования

(название профиля по УП)

**Часов по УП:** 144; **Часов по РПД:** 144;

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

**Часов на самостоятельную работу по УП:** 48 (33%);

**Часов на самостоятельную работу по РПД:** 48 (33%)

**Общая трудоемкость в ЗЕТ:** 4;

**Виды контроля в семестрах (на курсах):** Экзамены - 8; Зачеты - 0; Курсовые проекты - 0;

Курсовые работы - 0.

**Форма обучения:** очная;

**Срок обучения:** нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ 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																24	24	24	24
Лабораторные																36	36	36	36
Практические																-	-	-	-
Ауд. занятия																60	60	60	60
Сам. работа																48	48	48	48
Итого																108	108	108	108

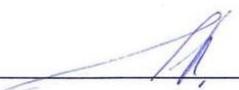
**Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.01.2016 № 5.**

**Программу составил:**  к.т.н., Семенов Р.В.  
(подпись, ученая степень, ФИО)

**Рецензент (ы):**  к.т.н., Нурметов Н.М.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки специалистов по направлению 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиль Системы автоматизированного проектирования.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Систем автоматизированного проектирования и информационных систем»

Зав. кафедрой САПРИС  Я.Е. Львович

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<p><b>Цель изучения дисциплины</b> – дать представление о теоретических основах фундаментальной теории аналоговой и цифровой обработки сигналов, принципах построения и функционирования устройств цифровой и аналоговой обработки сигналов в области обработки речи, звука и изображений.</p> <p>Изучение дисциплины должно способствовать формированию у студентов основ научного мышления и знаний, имеющих не только самостоятельное значение, но и обеспечивающих базовую подготовку для усвоения ряда последующих дисциплин, связанных с конкретными приложениями методов и устройств аналоговой и цифровой обработки сигналов.</p>
1.2	<p><b>Для достижения цели ставятся задачи:</b></p>
1.2.1	<p>изучение математических методов и алгоритмов, применяемых в современных и перспективных разработках аудио и видеосистем, а также систем радиосвязи;</p>
1.2.2	<p>ознакомление с принципами и средствами реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов и элементами систем проектирования;</p>
1.2.3	<p>изучение технологий обработки сигналов на основе цифровых процессоров обработки сигналов;</p>
1.2.4	<p>приобретение навыков моделирования аналоговых и цифровых устройств обработки сигналов с применением современных программных математических пакетов.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В	код дисциплины в УП: Б1.В.ОД.4
<p><b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b></p>	
<p>Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по математике и физике в пределах программы средней школы</p>	
<p><b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b></p>	
	Физика
	Электротехника и электроника
	Программирование
	Дискретная математика для программирования
	Теория вероятности и математическая статистика

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПВК-7	способностью создавать модели объектов и процессов систем автоматизированного проектирования
ПВК-8	способностью использовать методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен

ПВК-7	
<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные этапы проектирования аналоговых и цифровых устройств цифровой обработки сигналов
3.1.2	особенности построения, основные характеристики цифровых процессоров обработки сигналов
3.1.3	принципы проектирования устройств на основе цифровых процессоров обработки сигналов
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	рассчитывать передаточные функции аналоговых и цифровых фильтров средствами компьютерного моделирования
3.2.2.	выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методами проектирования устройств аналоговой и цифровой обработки сигналов
ПВК-8	
<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.4	основные характеристики аналоговых устройств обработки сигналов, представленных в различном базисе
3.1.5	основы построения линейных одномерных и двумерных систем обработки сигналов, характеристики таких систем
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.3	анализировать частотные и временные характеристики устройств аналоговой и цифровой обработки сигналов
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.2	навыками составления математических моделей цифровых и аналоговых устройств обработки сигналов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ П./п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Введение	8	1	2			2	4
2	Аналоговые устройства обработки сигналов	8	2-5	6		8	18	32
3	Цифровые устройства обработки сигналов	8	6-12	8		8	20	36
4	Принципы проектирования цифровых и аналоговых устройств обработки сигналов	8	13-18	8		8	20	36
Итого				24		36	48	108

##### 4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
<b>8 семестр</b>		<b>24</b>	
<b>Введение</b>		<b>2</b>	
1	<b>Введение</b> Аналоговые и цифровые сигналы. Аналоговые и цифровые устройства обработки сигналов. Физическое содержание одномерных и двумерных сигналов. Квантование и дискретизация. Оценка качества цифровых сигналов.	2	
<b>Аналоговые устройства обработки сигналов</b>		<b>6</b>	
2	<b>Аналоговые фильтры и требования к их характеристикам.</b> Общие сведения об аналоговых фильтрах. Полоса задерживания. Полоса пропускания. Полоса перехода. Основные виды аналоговых фильтров. Элементный базис аналоговых фильтров. Задача синтеза аналоговых фильтров.	2	
3	<b>Аппроксимация заданных частотных характеристик.</b> Аппроксимация по Тейлору. Аппроксимация по Чебышеву. Аппроксимация полиномами Золотарева. Передаточные функции аналоговых фильтров.	2	
4-5	<b>Реализация аналоговых фильтров нижних частот.</b> Полиномиальные фильтры нижних частот. Способы реализации аналоговых фильтров нижних частот. Влияние порядка фильтра нижних частот на амплитудно-частотную характеристику.	2	
<b>Цифровые устройства обработки сигналов</b>		<b>8</b>	
6	<b>Цифровые фильтры</b> Математическое описание цифровых фильтров во временной об-	2	

	ласти: импульсная характеристика (ИХ); соотношения вход/выход: формула свертки, разностное уравнение; рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры; фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой (КИХ- и БИХ-фильтры); устойчивость цифровых фильтров – определение, критерий устойчивости для временной области.		
7-8	<b>Характеристики линейных цифровых фильтров с постоянными параметрами</b> Алгоритмы функционирования и формы реализации линейных ЦФ. Системная (передаточная) функция фильтра в $Z$ – форме. Импульсная и переходная характеристики. Частотные характеристики ЦФ. Групповое время запаздывания. Устойчивость ЦФ. Точностные характеристики ЦФ.	2	
9-10	<b>Нелинейные эффекты в цифровых фильтрах</b> Эффекты квантования. Ошибки квантования в рекурсивных ЦФ. Методы борьбы с нелинейными эффектами в рекурсивных ЦФ.	2	
11-12	<b>Синтез передаточных функций устройств цифровой фильтрации</b> Методы аппроксимационного синтеза передаточных функций. Критерии оптимальности при синтезе передаточных функций. Синтез передаточных функций КИХ-фильтров в области дискретных и целочисленных значений.	2	
<b>Принципы проектирования цифровых и аналоговых устройств обработки сигналов</b>		<b>8</b>	
13	<b>Проектирование цифровых и аналоговых устройств обработки сигналов</b> Векторная постановка задачи проектирования. Основные этапы автоматизированного проектирования цифровых и аналоговых устройств обработки сигналов.	2	
14	<b>Методы синтеза цифровых и аналоговых устройств обработки сигналов</b> Алгоритмы синтеза КИХ-фильтров без умножителей. Синтез нерекурсивных цифровых фильтров методом симметрирования амплитудно-частотной характеристики.	2	
15-16	<b>Алгоритмы оптимизации цифровых и аналоговых устройств обработки сигналов</b> Поисковый алгоритм оптимизации обобщенных критериев. Комбинированный проблемно – адаптивный алгоритм оптимизации обобщенных критериев оптимальности. Оптимизация частотных характеристик на основе метода вектора спада.	2	
17-18	<b>Специализированные устройства цифровой фильтрации сигналов</b> Аппаратное построение КИХ и БИХ фильтров. Параллелизм при построении ЦФ. Цифровые сигнальные процессоры (ЦСП) и их применение для решения задач обработки аудио- и видеосигналов. Методика проектирования систем ЦОС на базе ЦСП.	2	
<b>Итого часов</b>		<b>24</b>	

## 4.2 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
<b>8 семестр</b>				
2-5	Изучение частотных и временных характеристик аналоговых фильтров нижних и верхних частот, полосовых и режекторных фильтров	8		отчет
6-8	Анализ характеристик цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов	8		отчет
9-11	Расчет цифровых фильтров в среде Matlab с учетом квантования	8		отчет
12-14	Расчет и проектирование полосовых КИХ-фильтров	8		отчет
15-17	Проектирование цифровых КИХ-фильтров с использованием свертки	4		отчет
<b>Итого часов</b>		<b>36</b>		

## 4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
<b>8 семестр</b>			<b>48</b>
1	Нормирование времени и частоты. Критерий Найквиста.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	2
2-3	Условия физической реализуемости аналоговых фильтров. Полином Гурвица.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	2
4	Фильтры на поверхностных акустических волнах. Линия задержки на поверхностных акустических волнах.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	2
5-6	Преобразование фильтра нижних частот в полосовой фильтр. Полосовой фильтр на связанных контурах. Фильтры с симметричными характеристиками затухания.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	2
	Подготовка отчета по выполнению лабораторной работы	Защита	2
7	Z-преобразование: определение; свойства; соотношение между комплексными $p$ - и $z$ -плоскостями; основные способы вычисления обратного Z-преобразования	Опрос по темам для самостоятельного изучения	2
8-9	Точность и эффективность цифровых вычислений с сохранением остатков. Особенности построения каналов слежения с использованием ЦФ	Опрос по темам для самостоятельного изучения	2
	Подготовка отчета по выполнению лабораторной работы	Защита	2
10	Оценка порядка вычислительной сложности ДПФ. Определение БПФ. БПФ Кули-Тьюки с прорежива-	Опрос по темам для самостоятельного	2

	нием по времени: алгоритм; начальные условия алгоритма (прореживание отсчетов исходной последовательности); оценка порядка вычислительной сложности	изучения	
11-12	Преобразование частоты дискретизации с нецелым шагом. Многокаскадное преобразование частоты дискретизации.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	2
	Подготовка отчета по выполнению лабораторной работы	Защита	2
13	Синтез БИХ-фильтров: методы на основе аналогового фильтра-прототипа Баттерворта, Чебышева I-го и II-го рода, Золотарева–Кауэра: метод инвариантности ИХ; метод билинейного Z-преобразования.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
14-15	Программные и аппаратные средства проектирования и отладки систем ЦОС на основе ЦСП.	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
	Подготовка отчета по выполнению лабораторной работы	Защита	4
16	Особенности проектирования устройств цифровой фильтрации на ПЛИС. Сквозной маршрут проектирования устройств цифровой фильтрации на ПЛИС	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
17-18	Вычисление интенсивности помех	Опрос по темам для самостоятельного изучения	4
	Подготовка отчета по выполнению лабораторной работы	Защита	4
<b>Итого</b>			<b>48</b>

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Система университетского образования предполагает рациональное сочетание таких видов учебной деятельности, как лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов, а также контроль полученных знаний.

- Лекции представляют собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных работ для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, проработать дополнительную литературу и источники.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;

- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы);
- защита лабораторных работ;
- промежуточный (зачет).

Зачет – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи зачета необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к зачету следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц до зачета. Данные перед зачетом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	<b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>
5.1	<b>Информационные лекции;</b> - лекция с заранее запланированными ошибками; - проблемная лекция
5.2	<b>лабораторные работы:</b> – выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком, – защита выполненных работ;
5.3	<b>самостоятельная работа студентов:</b> – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям, лабораторным работам, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, – подготовка к текущему контролю, зачету;
5.4	<b>консультации</b> по всем вопросам учебной программы.

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

<b>6.1</b>	<b>Контрольные вопросы и задания</b>
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: – отчет и защита выполненных лабораторных работ.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает вопросы к экзамену. Фонд оценочных средств представлен в учебно – методическом комплексе дисциплины.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>7.1 Рекомендуемая литература</b>				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспе- ченность
<b>7.1.1. Основная литература</b>				
7.1.1.1	Воробьев Э.И. Кащенко Г.А. Семенов Р.В.	Автоматизация проектирования устройств цифровой фильтрации: учебное пособие.	2011 печат.	1,0
7.1.1.2	Сергиенко А.Б.	Цифровая обработка сигналов : учеб. пособие. – 2-е изд.	2006 печат.	1,0
<b>7.1.2. Дополнительная литература</b>				
7.1.2.1	Багдасарян А.С. Львович Я.Е. Кащенко Г.А. Кузеванов А.Л. Николаев О.В.	Автоматизация проектирования акустоэлектронных устройств обработки и защиты информации: учебное пособие.	2007 печат.	1,0
7.1.2.2	Куприянов М.С.	Цифровая обработка сигналов : Процессоры. Алгоритмы. Средства проектирования	2002 печат.	0,2
<b>7.1.3 Методические разработки</b>				
7.1.3.1	Семенов Р.В.	Методические указания к выполнению лабораторных работ №1-4 по дисциплине «Автоматизация проектирования аналоговых и цифровых устройств обработки сигналов»	2013 магн. носи- тель	1,0

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>8.1</b>	<b>Специализированная лекционная аудитория</b> , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
<b>8.2</b>	<b>Дисплейный класс</b> , оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума