

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
 ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
 на заседании кафедры  
 протокол от «23» мая 2019 г. № 7

Согласовано:  
 Председатель УМК факультета /института

Зав. кафедрой Бахтизин Р.З. /  \_\_\_\_\_

Балапанов М.Х. /  \_\_\_\_\_

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
**дисциплина «Цифровая обработка сигналов»**  
*(наименование дисциплины)*

Блок 1. Обязательная часть. Б1.О.33

*(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))*

**Программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»


*код и наименование направления подготовки (специальности)*

Направленность (профиль) подготовки:

«Оптические системы и сети связи»

Квалификация:

бакалавр

Разработчик (составитель) <u>профессор, д.ф.-м.н., профессор</u> <i>(должность, ученая степень, ученое звание)</i>	 / Гоц С.С. <i>(подпись, Фамилия И.О.)</i>
--	--

Для приема: 2019 г.

Уфа 2019 г.

Составитель (составители)

Гоц С.С.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры физической электроники и нанофизики «23» мая 2019 г.

Заведующий кафедрой



Бахтизин Р.З./

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы;	6
3. Содержание рабочей программы 3.1. Объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. 3.2. Список вопросов по курсу "Цифровая обработка сигналов" 3.3. Темы лабораторных работ по курсу ЦОС	7
4. Фонд оценочных средств по дисциплине;	10
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы..... Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	
4.3 Рейтинг-план дисциплины	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины. 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины; 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет») и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины ;	18
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 6.1 Учебно-лабораторное оборудование 6.2 Технические и электронные средства обучения и контроля знаний студентов 6.3 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)	19
<i>Приложение А. Содержание рабочей программы</i>	22
<i>Приложение Б. Тесты контроля качества усвоения дисциплины</i>	25
<i>Приложение В. Рейтинг-план дисциплины «Цифровая обработка сигналов»</i>	29

## 1. Перечень планируемых результатов обучения дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

**ОПК-1** Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

**ОПК-2** Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

Результаты обучения		Формируемые компетенции с указанием кода	Примечание
<b>Знания</b> Необходимо знать:	Цифровые методы получения, передачи, приема и обработки сигналов (звуковых, электрических, радио-, оптических, видео- и т.п.) в информационных и телекоммуникационных системах	<b>ОПК-1</b>	
	Основные методы оптимизации устройств, предназначенных для цифровой обработки сигналов	<b>ОПК-1</b>	<i>Кроме ЦОС эти вопросы входят в компетенцию ОТС</i>
	Цифровые измерительные приборы, цифровые информационные системы и сети связи	<b>ОПК-2</b>	<i>Кроме ЦОС эти вопросы входят в компетенцию ОТС</i>
	Цифровые методы обработки сигналов и представления экспериментальных данных	<b>ОПК-2</b>	
<b>Умения</b>	Выполнять количественную и качественную оценку номинальных и предельных характеристик цифровых телекоммуникационных систем	<b>ОПК-1</b>	
	Рассчитывать пропускную способность, спектральные характеристики, помехоустойчивость и энергетическую эффективность цифровых каналов связи	<b>ОПК-1</b>	<i>Кроме ЦОС эти вопросы входят в компетенцию ОТС</i>
	Программирования в объеме, достаточном для моделирования цифровой обработки сигналов	<b>ОПК-2</b>	<i>Работа в среде Delphi, Pascal</i>
	Выполнения измерений с помощью цифровых измерительных приборов и различными цифровых преобразователей сигналов	<b>ОПК-2</b>	<i>Работа с осциллографами, цифровыми мультиметрами, генераторам и сигналов, виртуальным и приборами</i>

<b>Владения</b> (навыки, опыт деятель- ности)	Навыками проведения экспериментальных исследований функционирования датчиков информации, усилителей, аналого-цифровых преобразователей, цифро-аналоговых преобразователей, кодеров, декодеров и других функциональных преобразователей	<b>ОПК-2</b>	<i>Работа с осциллографами, цифровыми мультиметрами, генераторам и сигналов, виртуальным и приборами</i>
	Основами программирования в объеме, достаточном для цифровой обработки сигналов и составления моделей систем цифровой обработки сигналов	<b>ОПК-1</b>	<i>Работа в среде Delphi, Pascal</i>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» (ЦОС) входит в обязательную часть блока 1 дисциплин ФГОС-3++ для подготовки бакалавров и магистров направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по профилю «Оптические системы и сети связи». В учебном плане дисциплине «Цифровая обработка информации» присвоен индекс Б1.О.33. Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» изучается студентами очной формы обучения направления 11.03.02 на третьем курсе в пятом семестре.

Теоретической базой для успешного освоения курса ЦОС являются основные сведения из естественнонаучных дисциплин: математики, информатики, физики, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, теории электрических цепей, общей теории связи, электроники, аналоговой и цифровой схемотехники.

**Целью** преподавания дисциплины ЦОС является изучение цифровых методов передачи, приема, обработки и защиты информации в инфокоммуникационных системах.

В результате изучения дисциплины ЦОС у студентов должны сформироваться знания, навыки и умения, позволяющие самостоятельно проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости информационных и телекоммуникационных систем.

**Основными задачами** освоения дисциплины ЦОС является следующее:

- Знакомство с основными методами конструирования и эксплуатации информационных систем, предназначенных для получения, обработки, приема и передачи цифровых сообщений;
- Изучение погрешностей цифровой обработки сигналов;
- Знакомство с методами оптимизации цифровых систем, направленное на повышение качества, помехоустойчивости и эффективности передачи информации.

Приступая к изучению курса ЦОС, студенты должны свободно владеть основными понятиями и методами теории линейных и нелинейных электрических цепей, теории вероятностей, математического анализа, линейной алгебры, комбинаторики, информатики и вычислительной техники. Приступая к выполнению лабораторных занятий по ЦОС, студенты должны свободно владеть практическими навыками работы на современных персональных компьютерах в среде Linux, Windows, Office, должны знать хотя бы два алгоритмических языка высокого уровня (Pascal, Delphi, Basic, C++, ...), иметь навыки работы с электро- и радиоизмерительными приборами.

На лабораторных занятиях студенты приобретают навыки работы с радиоэлектронной аппаратурой, с цифровыми измерительными приборами, с компьютерной техникой и периферийным оборудованием, прорабатывают и закрепляют учебный материал на конкретных практических задачах.

### **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) Приложение А.**

#### **3.1. Объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Приложение А.**

#### **3.2. Содержание дисциплины Список вопросов по курсу «Цифровая обработка сигналов»**

#### **Раздел 1. Технические средства построения автоматизированных систем цифровой обработки сигналов ЦОС**

1. Содержание дисциплины ЦОС. Основные термины и определения. История развития микропроцессорной техники, ПК и ЦОС.
2. Одноканальные и многоканальные информационные системы. Разделение информационного канала по времени и по частоте.
3. Базовые элементы аналоговых систем ЦОС. Датчики информации, усилители, аналоговые коммутаторы, линии и каналы связи, детекторы, модуляторы, фильтры.
4. Одноканальные и многоканальные цифровые информационные системы с аналоговой и цифровой коммутацией. Асинхронный и синхронный прием данных.
5. Базовые элементы цифровых систем ЦОС. АЦП, ЦАП, интерфейсы, аналоговые и цифровые коммутаторы, кодеры, декодеры, каналы связи, контрольные автоматы (решающие устройства), микропроцессоры, микро, мини-ЭВМ.
6. Классификация систем управления. Аналоговые системы управления. Прерывистое управление. Широтно-импульсное управление.
7. Цифро-аналоговые и цифровые системы управления. Компьютерные системы управления шаговыми двигателями.
8. Радиальная схема подключения периферийных устройств к ЦП Pentium-IV разных поколений. Socket-478, 775, 1156, 1155, 1150, 1151, 1151v. БИС северного и южного портов.
9. Внутренние и внешние интерфейсы в ПК. Интерфейсы USB, SATA, COM, LPT.
10. Подключение измерительных устройств через системный канал данных. Основные виды системных каналов.
11. Системный канал ISA. Основные режимы в операциях ввода-вывода.
12. Сопряжение микропроцессора и измерительных устройств с системным каналом. Буферизация шины адреса и данных.
13. Двухнаправленный шинный формирователь Intel 8286 в интерфейсах ввода-вывода.
14. Прямой доступ к памяти (ПДП). Роль сигнала AEN.
15. Схемы дешифраторов адреса внешних устройств.
16. Интерфейс подключения АЦП к системному каналу ПК.
17. Интерфейс подключения ЦАП к системному каналу ПК.
18. Электромагнитная совместимость компонентов ЦОС. Сетевые фильтры. Европейский и Российский стандарты электропитания конечных потребителей.
19. Помехоустойчивое соединение, заземление и зануление компонентов ЦОС. Цифровая и аналоговая «земля».
20. Схемы построения гальванических развязок на основе разделительных трансформаторов и оптронов.

#### **Раздел 2 Основы цифровой обработки сигналов Анализ погрешностей ЦОС**

1. Основные этапы преобразования сигналов в цифровых измерительных системах. Классификация основных видов искажений (12 видов) при ЦОС.

2. Дискретизация сигналов во времени. АИМ-1 и АИМ-2. Адаптивный выбор частоты дискретизации. Спектр дискретизированного во времени сигнала. Спектральные окна. Искажения, связанные с дискретизацией сигнала во времени. Эффект “наложения частот” (элайзинг) и методы его устранения. Антиэлайзинговые фильтры.
3. Квантование сигналов по уровню. Линейные и функциональные квантователи сигналов в системах связи. Искажения, связанные с квантованием сигнала по уровню. Шумы квантования и методы их уменьшения. Компрессия сигналов по амплитуде. Передискретизация сигналов по уровню и связанные с этим помехи.
4. Искажения, связанные с конечным временем одной выборки (одного отсчетного значения). Апертурное время и методы его уменьшения. Устройства выборки и хранения (УВХ). Основные характеристики УВХ и методы их улучшения.
5. Дрожание фазы. Джиттер. Методы уменьшения влияния джиттера на характеристики передаваемой информации. Проявление джиттера в каналах синхронизации.
6. Искажения, связанные с конечным временем одной анализируемой или передаваемой реализации. Краевые эффекты и методы их уменьшения.
7. “Эффект частотола” при ЦОС. “Разрешенные” и “запрещенные” частоты при вычислении спектра дискретизированного во времени сигнала.
8. Восстановление непрерывного сигнала по цифровой последовательности. Согласованная фильтрация. Использование полиномов  $n$ -й степени. Интерполяция и экстраполяция сигналов. Вставки отсчетных значений (экспандирование по частоте). Примеры схем, реализующие интерполяцию нулевого и первого порядка.
9. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Выбор спектрального окна. Практические методы реализации восстановления непрерывного сигнала (использование пассивных и активных фильтров). Невозможность точного восстановления сигнала в режиме наложения частот.
10. Цифро-аналоговые преобразователи. Основные виды и схемы построения ЦАП. Функциональные ЦАП. Примеры использования ЦАП в автоматизированных аналого-цифровых системах управления.
11. Аналого-цифровые преобразователи. Основные виды и схемы построения АЦП. Примеры использования АЦП в автоматизированных системах управления качеством.
12. Одномерное и двумерное дискретное преобразование Фурье. Примеры программ.
13. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Пример компьютерной программы.
14. Трансверсальные (нерекурсивные) цифровые фильтры (ЦФ). Порядок ЦФ. ЦФ с конечной импульсной характеристикой КИХ. Расчет комплексного коэффициента передачи КИХ ЦФ.  $Z$  – преобразование.
15. Примеры расчета АЧХ и ФЧХ с конечной импульсной характеристикой. КИХ ЦФ первого и второго порядка.
16. Рекурсивные ЦФ. Каноническая схема рекурсивных ЦФ. ЦФ с бесконечной импульсной характеристикой БИХ. Комплексный коэффициент передачи БИХ ЦФ.
17. Примеры расчета АЧХ и ФЧХ БИХ рекурсивного ЦФ первого и второго порядка
18. Цифровые генераторы испытательных сигналов. Примеры использования цифровых генераторов для снятия АЧХ и ФЧХ.



### 3.3. Темы лабораторных работ по курсу ЦОС

- 1 работа. Изучение программной реализации и программирования сингулярных анализаторов спектра.
- 2 работа. Изучение основ программирования в среде TP 7 и Delphi интервальных таймеров Intel 8253 и Intel 8254.
- 2а. Изучение системной платы персонального компьютера.
- 3 работа. Изучение основ программирования ввода измерительной информации с АЦП через встроенный расширенный параллельный порт (ЕРР) персонального компьютера
- 4 работа. Изучение двухканального анализатора сигналов, реализованного на основе современного персонального компьютера.
- 5 работа. Изучение программы 3D\_Image автоматизированного контроля качества поверхностей твердых тел
- 5 а работа Изучение цифровых фильтров
- 6 работа Изучение цифрового генератора испытательных сигналов и измерение АЧХ акустических систем.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Формирование компетенции **ОПК-1** – Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

Этап, уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (Знания)	Знать: 1. Цифровые методы получения, передачи, приема и обработки сигналов (звуковых, электрических, радио-, оптических, видео- и т.п.) в информационных и телекоммуникационных системах 2. Перспективы развития цифровых технологий и цифровых систем связи	Показывает полное незнание материала или имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	В основном знает материал, в ответах допускает несущественные ошибки
Второй этап (Умения)	Уметь: 1. Выполнять количественную и качественную оценку номинальных и предельных характеристик цифровых телекоммуникационных систем 2. Рассчитывать пропускную способность, спектральные характеристики, помехоустойчивость и энергетическую эффективность цифровых каналов связи в	Не умеет, или допускает серьезные неточности в реализации заданий:	Умеет, допускает незначительные ошибки и неточности в реализации заданий.
Третий этап (Владение навыками)	Владеть: Основами программирования в объеме, достаточном для цифровой обработки сигналов и составления моделей систем цифровой обработки	Практически не владеет, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки

Формирование компетенции **ОПК-2** – Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

Этап, уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (Знания)	Знать: 1. Цифровые измерительные приборы, цифровые информационные системы и сети связи 2. Цифровые методы обработки сигналов и представления экспериментальных данных	Показывает полное незнание материала или имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	В основном знает материал, в ответах допускает несущественные ошибки
Второй этап (Умения)	Уметь: 1. Выполнять измерения с помощью цифровых измерительных приборов и различными цифровых преобразователей сигналов 2. Программирования в объеме, достаточном для моделирования цифровой обработки сигналов	Не умеет, или допускает серьезные неточности в реализации заданий:	Умеет, допускает незначительные ошибки и неточности в реализации заданий.
Третий этап (Владение навыками)	Владеть Навыками проведения экспериментальных исследований функционирования датчиков информации, усилителей, модуляторов, модемов, кодеров, декодеров и других функциональных преобразователей	Практически не владеет, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки

## 2. Формы контроля за формированием компетенций и за реализацией планируемых результатов обучения.

Результаты обучения		Формируемые компетенции с указанием кода	Примечание
<b>Знания</b> Необходимо знать:	Цифровые методы получения, передачи, приема и обработки сигналов (звуковых, электрических, радио-, оптических, видео- и т.п.) в информационных и телекоммуникационных системах	<b>ОПК-1</b>	<i>Проверка конспектов по списку вопросов п.п.4.2,</i>  <i>Тест (дополнительно)</i>  <i>Изучение теоретического материала по описаниям лабораторных работ</i>
	Основные методы оптимизации устройств, предназначенных для цифровой обработки сигналов	<b>ОПК-1</b>	
	Цифровые измерительные приборы, цифровые информационные системы и сети связи	<b>ОПК-2</b>	
	Цифровые методы обработки сигналов и представления экспериментальных данных	<b>ОПК-2</b>	
<b>Умения</b>	Выполнять количественную и качественную оценку номинальных и предельных характеристик цифровых телекоммуникационных систем	<b>ОПК-1</b>	<i>Собеседование по конспектам по списку вопросов п.п.4.2</i>  <i>Составление и отладка компьютерных программ по списку заданий лабораторных работ № 1-6</i>
	Рассчитывать пропускную способность, спектральные характеристики, помехоустойчивость и энергетическую эффективность цифровых каналов связи	<b>ОПК-1</b>	
	Программирования в объеме, достаточном для моделирования цифровой обработки сигналов	<b>ОПК-2</b>	
	Выполнения измерений с помощью цифровых измерительных приборов и различными цифровых преобразователей сигналов	<b>ОПК-2</b>	
<b>Владения</b> (навыки, опыт деятельности)	Навыками проведения экспериментальных исследований функционирования датчиков информации, усилителей, аналого-цифровых преобразователей, цифро-аналоговых преобразователей, кодеров, декодеров и других функциональных преобразователей	<b>ОПК-2</b>	<i>Коллоквиум по списку вопросов п.п.4.2</i> <i>Проведение статистических расчетов согласно заданиям лабораторных работ № 1 – 6</i> <i>Деловые игры</i>
	Основами программирования в объеме, достаточном для цифровой обработки сигналов и составления моделей систем цифровой обработки сигналов	<b>ОПК-1</b>	

## **4.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Вопросы к текущему и рубежному (коллоквиум) контролю по теоретическому материалу.** По каждому вопросу студент письменно составляет развернутый план ответа.

1. История развития микропроцессорной техники, ПК и ЦОС.
2. Одноканальные и многоканальные информационные системы. Разделение информационного канала по времени и по частоте.
3. Базовые элементы аналоговых систем ЦОС. Датчики информации, усилители, аналоговые коммутаторы, линии и каналы связи, детекторы, модуляторы, фильтры.
4. Одноканальные и многоканальные цифровые информационные системы с аналоговой и цифровой коммутацией. Асинхронный и синхронный прием данных.
5. Базовые элементы цифровых систем ЦОС. АЦП, ЦАП, интерфейсы, аналоговые и цифровые коммутаторы, кодеры, декодеры, каналы связи, микропроцессоры.
6. Классификация систем управления. Аналоговые системы управления. Прерывистое управление. Широтно-импульсное управление.
7. Цифро-аналоговые и цифровые системы управления. Компьютерные системы управления шаговыми двигателями.
8. Радиальная схема подключения периферийных устройств к ЦП Pentium-IV разных поколений. Socket-478, 775, 1155, 1150, 1151. БИС северного и южного портов.
9. Интерфейсы USB, COM, LPT.
10. Подключение измерительных устройств через системные каналы данных. Основные виды системных каналов.
11. Системный канал ISA. Основные режимы в операциях ввода-вывода.
12. Сопряжение микропроцессора и измерительных устройств с системным каналом. Буферизация шины адреса и данных.
13. Двухнаправленный шинный формирователь Intel 8286 в интерфейсах ввода-вывода.
14. Прямой доступ к памяти (ПДП). Роль сигнала AEN.
15. Схемы дешифраторов адреса внешних устройств.
16. Интерфейс подключения АЦП к системному каналу ПК.
17. Интерфейс подключения ЦАП к системному каналу ПК.
18. Цифровые генераторы испытательных сигналов. Примеры использования цифровых генераторов для снятия АЧХ и ФЧХ.
19. Электромагнитная совместимость компонентов ЦОС. Сетевые фильтры. Европейский и Российский стандарты электропитания конечных потребителей.
20. Помехоустойчивое соединение, заземление и зануление компонентов ЦОС. Цифровая и аналоговая «земля».
21. Схемы построения гальванических развязок на основе разделительных трансформаторов и оптронов.
22. Основные этапы преобразования сигналов в цифровых измерительных системах. Классификация основных видов искажений (12 видов) при ЦОС.
23. Дискретизация сигналов во времени. АИМ-1 и АИМ-2. Адаптивный выбор частоты дискретизации. Спектр дискретизированного во времени сигнала. Спектральные окна. Искажения, связанные с дискретизацией сигнала во времени. Эффект «наложения частот» (элайзинг) и методы его устранения. Антиэлайзинговые фильтры.
24. Квантование сигналов по уровню. Линейные и функциональные квантователи сигналов в системах связи. Искажения, связанные с квантованием сигнала по уровню. Шумы квантования и методы их уменьшения. Компрессия сигналов по амплитуде.
25. Искажения, связанные с конечным временем одной выборки (одного отсчетного значения). Апертурное время и методы его уменьшения. Устройства выборки и хранения.

26. Дрожание фазы. Джиттер. Методы уменьшения влияния джиттера на характеристики передаваемой информации. Проявление джиттера в каналах синхронизации.
27. Искажения, связанные с конечным временем одной анализируемой или передаваемой реализации. Краевые эффекты и методы их уменьшения.
28. “Эффект частотола” при ЦОС. “Разрешенные” и “запрещенные” частоты при вычислении спектра дискретизированного во времени сигнала.
29. Восстановление непрерывного сигнала по цифровой последовательности. Согласованная фильтрация. Использование полиномов  $n$ -й степени. Интерполяция и экстраполяция сигналов. Вставки отсчетных значений (экспандирование по частоте). Примеры схем, реализующие интерполяцию нулевого и первого порядка.
30. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Выбор спектрального окна. Практические методы реализации восстановления непрерывного сигнала. Невозможность точного восстановления сигнала в режиме наложения частот.
31. Цифро-аналоговые преобразователи. Основные виды и схемы построения ЦАП. Функциональные ЦАП. Примеры использования ЦАП.
32. Аналого-цифровые преобразователи. Основные виды и схемы построения АЦП. Примеры использования АЦП в автоматизированных системах управления качеством.
33. Одномерное и двумерное дискретное преобразование Фурье. Примеры программ.
34. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Пример компьютерной программы.
35. Трасверсальные (нерекурсивные) цифровые фильтры (ЦФ). Порядок ЦФ. ЦФ. Расчет комплексного коэффициента передачи ЦФ.  $Z$  – преобразование.
36. Примеры расчета АЧХ и ФЧХ с конечной импульсной характеристикой. КИХ ЦФ первого и второго порядка.
37. Рекурсивные ЦФ. Каноническая схема рекурсивных ЦФ. ЦФ с бесконечной импульсной характеристикой БИХ. Комплексный коэффициент передачи БИХ ЦФ.
38. Примеры расчета АЧХ и ФЧХ БИХ рекурсивного ЦФ первого и второго порядка

Проверка уровня формирования компетенций ПК-17, ОПК-6 осуществляется в виде собеседований по конспектам и дополнительно в виде теста (см. приложение А).

#### **4.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Модульно-рейтинговая система обучения и оценки успеваемости студентов представляет собой комплексную систему поэтапного оценивания уровня освоения дисциплин основной образовательной программы по направлению (специальности) высшего образования, при которой осуществляется структурирование содержания каждой учебной дисциплины на модули и проводится регулярная оценка знаний и умений студентов в течение семестра. При рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в процессе изучения дисциплины, оцениваются в рейтинговых баллах по 100-бальной шкале.

В ходе освоения дисциплины предусмотрена текущая, промежуточная и итоговая аттестация. Все виды контроля усвоения дисциплины проводятся по модульно-рейтинговой системе согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов.

**Текущий контроль** - это контроль над всеми видами аудиторной и внеаудиторной работы студентов по данному дисциплинарному модулю, результаты которой оцениваются до рубежного контроля.

Каждый модуль предусматривает от трех до пяти этапов текущего контроля. Список вопросов, задач или заданий по каждому этапу текущего контроля доводится до студентов заранее в устной форме и на электронных носителях. Успешное выполнение каждого задания оценивается в 1 балл.

Текущий контроль по лабораторным работам проводится в виде отметки о выполнении

работы (1 балл), предоставлению отчета по работе (1 балл), защиты отчета по работе (4 балла).

**Рубежный контроль** – проверка полноты знаний, умений и навыков по материалу модуля в целом.

Рубежный контроль проводится в один этап по модулю 1 и в два этапа по модулю 2.

Первый этап рубежного контроля включает в себя коллоквиум или собеседование. К собеседованию студенты готовят развернутые планы ответов по списку вопросов п.п.4.2

Второй этап рубежного контроля предусматривает проведение деловых игр.

**Вопросы к рубежному контролю в форме деловых игр. Вторым этапом рубежного контроля является участие студентов в деловых играх. Каждому студенту предлагается решить проблемную ситуацию, суть которой доводится до студента. Суть проблемной ситуации прямым образом связана с содержанием приведенных ниже вопросов.**

1. Разделение информационных каналов по времени и по частоте.
2. Базовые элементы аналоговых систем ЦОС. Датчики информации, усилители, аналоговые коммутаторы, линии и каналы связи, детекторы, модуляторы, фильтры.
3. Одноканальные и многоканальные цифровые информационные системы с аналоговой и цифровой коммутацией. Асинхронный и синхронный прием данных.
4. Базовые элементы цифровых систем ЦОС. АЦП, ЦАП, интерфейсы, аналоговые и цифровые коммутаторы, кодеры, декодеры, каналы связи, микропроцессоры.
5. Классификация систем управления. Аналоговые системы управления. Прерывистое управление. Широтно-импульсное управление.
6. Цифро-аналоговые и цифровые системы управления. Управление шаговыми двигателями.
7. Радиальная схема подключения периферийных устройств к ЦП Pentium-IV разных поколений. Socket-478, 775, 1155, 1150, 1151. БИС северного и южного портов.
8. Интерфейсы USB, COM, LPT.
9. Подключение измерительных устройств через системный канал. Виды системных каналов.
10. Системный канал ISA. Основные режимы в операциях ввода-вывода.
11. Схемы дешифраторов адреса внешних устройств.
12. Интерфейс подключения АЦП к системному каналу ПК.
13. Интерфейс подключения ЦАП к системному каналу ПК.
14. Использование цифровых генераторов DDS для снятия АЧХ и ФЧХ.
15. Электромагнитная совместимость компонентов ЦОС. Сетевые фильтры. Европейский и Российский стандарты электропитания конечных потребителей.
16. Помехоустойчивое соединение, заземление и зануление компонентов ЦОС.
17. Схемы построения гальванических развязок на основе трансформаторов и оптронов.
18. Основные этапы преобразования сигналов в цифровых измерительных системах. Классификация основных видов искажений (12 видов) при ЦОС.
19. Дискретизация сигналов во времени. АИМ-1 и АИМ-2. Спектр дискретизированного во времени сигнала. Эффект “наложения частот” (элайзинг) и методы его устранения.
20. Квантование сигналов по уровню. Линейные и функциональные квантователи сигналов в системах связи. Шумы квантования и методы их уменьшения. Компрессия сигналов по амплитуде. Передискретизация сигналов по уровню и связанные с этим помехи.
21. Искажения, связанные с конечным временем одной выборки (одного отсчетного значения). Апертурное время и методы его уменьшения. Устройства выборки и хранения (УВХ).
22. Дрожание фазы. Джиттер. Методы уменьшения влияния джиттера на характеристики передаваемой информации. Проявление джиттера в каналах синхронизации.

23. Искажения, связанные с конечным временем одной анализируемой или передаваемой реализации. Краевые эффекты и методы их уменьшения.
24. “Эффект частотола” при ЦОС. “Разрешенные” и “запрещенные” частоты при вычислении спектра дискретизированного во времени сигнала.
25. Восстановление непрерывного сигнала по цифровой последовательности. Интерполяция и экстраполяция сигналов. Схемы, реализующие интерполяцию нулевого и первого порядка.
26. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Выбор спектрального окна. Практические методы реализации восстановления непрерывного сигнала.
27. Цифро-аналоговые преобразователи. Основные виды и схемы построения ЦАП. Функциональные ЦАП. Примеры использования ЦАП.
28. Аналого-цифровые преобразователи. Основные виды и схемы построения АЦП.
29. Одномерное и двумерное дискретное преобразование Фурье. Примеры программ.
30. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Пример компьютерной программы.
31. Трасверсальные (нерекурсивные) цифровые фильтры (ЦФ). Порядок ЦФ. Расчет комплексного коэффициента передачи КИХ ЦФ.  $Z$  – преобразование.
32. Примеры расчета АЧХ и ФЧХ ЦФ первого и второго порядка.
33. Рекурсивные ЦФ. Комплексный коэффициент передачи рекурсивных ЦФ.
34. Примеры расчета АЧХ и ФЧХ БИХ рекурсивного ЦФ первого и второго порядка

По результатам текущего и рубежного контроля по каждому модулю рассчитывается суммарный балл промежуточного контроля. Затем рассчитывается суммарный балл по всем модулям. Преподаватель может поощрить студентов за участие в научных конференциях, конкурсах, олимпиадах, за активную работу на аудиторных занятиях, за публикации статей, за работу со школьниками, выполнение заданий повышенной сложности в виде поощрительных баллов (до 10 баллов за семестр).

Зачет выставляется на основании суммы баллов, набранных студентом.

Перевод оценки из 100-балльной в 2-балльную производится следующим образом:

-зачтено - от 60 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);

-не зачтено - 59 баллов и менее;

-не допущен - менее 45 баллов;

#### 4.4. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг\_план дисциплины «Цифровая обработка сигналов» приведен в приложении В.



## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины;

### Основная литература

1. Гоц С.С. Основы построения и программирования автоматизированных систем цифровой обработки сигналов. 4-е издание. - Уфа, 2009, 221 с.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Высшая школа, 2003, 463 с.
3. Гоц С.С. Теория электрической связи. – Уфа, 2009, 133 с.  
**Гоц, Сергей Степанович.** Теория электрической связи : курс лекций .— Уфа : БашГУ, 2009-. Ч. 2 [Электронный ресурс] .— 2009 .— Электрон. версия печ. публикации .— <URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/read/GotsTeorElektrSvyzi2.pdf>. Дата создания записи: 27.11.2015
4. Автоматизированные системы управления качеством в технологических процессах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Бондарук ; С.С. Гоц; К.Ш. Ямалетдинова; Р.Н. Гимаев .— Уфа : ООО "Монография", 2007 .— Электрон. версия печ. публикации .— <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/local/Bondaruk\\_i\\_dr\\_Avtomatizirovannye\\_sistemy\\_upravlenija\\_kachestvom\\_up\\_2007.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/Bondaruk_i_dr_Avtomatizirovannye_sistemy_upravlenija_kachestvom_up_2007.pdf)>. Дата создания записи: 28.02.2017

### Дополнительная литература

4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов.- СПб.:Питер, 2003, 608 с.  
<http://techlibrary.ru/>
5. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Радио и связь, 1986. 512с  
<http://techlibrary.ru/>
6. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 2002, (2003), 462 с.  
<http://techlibrary.ru/>
7. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. – М.: Машиностроение, 1978  
<http://techlibrary.ru/>

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля);

### А). Ресурсы Интернет.

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система .Университетская библиотека онлайн. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства .Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

1. [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru)2. [https://www.google.ru/?gfe\\_rd=cr&ei=DNypVuLhCcG9wAPrmIHABw&gws\\_rd=ssl](https://www.google.ru/?gfe_rd=cr&ei=DNypVuLhCcG9wAPrmIHABw&gws_rd=ssl)3. [www.scopus.com](http://www.scopus.com)4. [www.bashlib.ru](http://www.bashlib.ru)5. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)6. [www.aps.org](http://www.aps.org)7. <http://journals.aps.org>8. **Гоц, Сергей Степанович.** Теория электрической связи : курс лекций .— Уфа : БашГУ, 2009-.

Ч. 2 [Электронный ресурс] .— 2009 .— Электрон. версия печ. публикации .—

<URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/read/GotsTeorElektrSvyzi2.pdf>. Дата создания записи: 27.11.2015

9. Автоматизированные системы управления качеством в технологических процессах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Бондарук ; С.С. Гоц; К.Ш. Ямалетдинова; Р.Н. Гимаев .— Уфа : ООО "Монография", 2007 .— Электрон. версия печ. публикации .—

<URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/local/Bondaruk\\_i\\_dr\\_Avtomatizirovannyye\\_sistemy\\_upravlenija\\_kachestvom\\_up\\_2007.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/Bondaruk_i_dr_Avtomatizirovannyye_sistemy_upravlenija_kachestvom_up_2007.pdf)>. Дата создания записи: 28.02.2017**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине****6.1 Учебно-лабораторное оборудование**

41	Цифровая обработка сигналов	<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: лаборатория 316 (физмат корпус).</p> <p>2. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: лаборатория 316 (физмат корпус).</p>	<p align="center"><b>Лаборатория № 316</b></p> <p>1. Колонки Microlab 2.0 PRO3, тема 237, инв. № 000000028114.</p> <p>2. Блок питания HY HY 3003, HY 3003 D-2, Цифровой Element 305 D, 4шт., инв.№ 000002101043128, 000002101043181, 000002101043178, 210134000002848.</p> <p>3. Модем Asus, инв.№ 000002101043035.</p> <p>4. Мультиметр MY890G, инв. № 00000000001080.</p> <p>5. Стол аудиторный (12 шт.), инв. № 000001101060978, 000001101060979, 000001101060980, 000001101060981, 000001101060982, 000001101060983, 000001101060984, 000001101060985, 000001101060986, 000001101060987, 000001101060988, 000001101060989</p> <p>6. Стол письменный «Ронда» (венге/дуб/молочный) ДСВ мебель, г. Пенза, (3шт.), инв. № ИСПР00012964.</p> <p>7. Стул «Визи», (9 шт.), инв. № 00000000001551.</p> <p>8. Генератор GFG-8215A, АНР 1002, 2 шт., инв.№ 000002101043080, 000002101043334.</p> <p>9. Компьютер в составе: системный блок Core i3-530, монитор BenQ, мышь, кл-ра, инв. № 000002101048114.</p> <p>10. Лазерный принтер HP Laser Jet 1000W, инв.№ 000002101041480.</p> <p>11. Монитор 0.20 Samsung Sync Master 783 DF, 2 шт., инв. № 000001101043240, 000001101043242.</p> <p>12. Монитор 17” Samsung Sam Tron 76E TCO”99, инв. № 000002101041709.</p> <p>13. Монитор Beng FP91G+U silver-black 19’, инв. № 000002101046670.</p> <p>14. Монитор LG L1942P-SF silver 19’инв. №</p>	<p>1. Maple 16: Universities or Equivalent Degree Granting Institutions New License 5 to 100 Users Academic, договор №263 от 07.12.2012 г. Подтверждается лицензией №854 от 25.12.2015г. Срок лицензии - бессрочно. (316)</p> <p>2. Права на программы для ЭВМ AcademicEdition Networked Volume Licenses RAD Studio XE7 Professional Concurrent ELC. Договор № 114 от 12.11.2014 г.. Срок действия документа –бессрочно.</p> <p>3. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия: OLP NL Academic Edition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Срок лицензии - бессрочная.</p> <p>4. Microsoft Office</p>
----	-----------------------------	--	--	---

		<p>000002101047450.  15. Ноутбук р G62-b11ER/DVD-RW 15.6", инв.№ 000002101048115.  16. Осциллограф ОСУ-20 (20МГц, 2 кан.), ОСУ-10, 2 шт., инв.№ 000002101043084, 000002101043308.  17. Персональный компьютер в комплекте Моноблок iRU 502 21.5", 2 шт., инв.№ 410134000001148, 410134000001140.  18. Принтер HP Laser Jet P1102, инв. № 000002101048112.  19. Проектор Aser P1220 1024*768, инв.№ 210134000000220.  20. Проектор мультимедийный Epson EB-X8, инв.№ 000002101048119.  21. Системный блок компьютера Pent4 , инв. № 000001101043837.  22. Стеллаж архивный СТФЛ 244-2,0, г. Уфа, (2 шт.), инв. № 210134000003623, 210136000004245.  23. Шкаф комбинированный секция №09 (венге/дуб/молочный), г. Пенза, инв. № 210136000004244.  24. Огнетушитель порошковый закачной ОП-8 (з), (10л., 8 кг.), инв. № ИСПР00013412.</p>	<p>Standard 2013 Russian. OLP NL Academic Edition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Срок лицензии - бессрочная.  5.«Права на программы для ЭВМ Office Standart 2013 Russian OLP NL Academic Edition», гражданско-правовой договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии – бессрочно.</p>
	<p><b>3. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b>  лаборатория 316 (физмат корпус),  лаборатория 314 (физмат корпус).</p>	<p><b>Лаборатория № 314</b>  1. Генератор GFG 8219 А, инв.№ 000002101043285.  2. Монитор 19" Samsung, инв.№ 000001101043469.  3. Осциллограф С-1-220 (20 МГц, 2 кан.), инв.№ 000002101043304.  4. персональный компьютер в комплекте моноблок iRU 502 21.5', инв. № 410134000001129.  5. Сплит Система Panasonic CS/CU PC 12 DKD, инв.№ 000002101043054.  6. Шкаф витрина ШВ 190/1, инв. № 000001101062306.  7. Блок питания НУ 1803, инв.№ 000002101043156  8. Жалюзи горизонтальные, инв. № 00002101065502.  9. Жалюзи горизонтальные, инв. № 00002101065503.  10. Мультиметр М 830, инв. № 000000000001078 (2 шт.).  11. Мультиметр, инв. № 000000000001074.  12. Мультиметр М 890 G, инв. № 000000000001080.  13. Портрет, инв. № 000000000001364.  14. Сетевой фильтр, инв. № 000ИСПР00001556 (3 шт.).  15. Стол компьютерный СК-106, инв. № 000001101062316.  16. Стол компьютерный СК-106, инв. № 000001101062311.  17. Стол компьютерный СК-106, инв. № 000001101062315.  18. Стул «Визи», инв. № 000000000001551 (2 шт.).  19. Стул офисный, инв. № 000000000001556 (3 шт.).</p>	

		20. Тумба приставная ТП4Я, 4 ящика, инв. № 000001101062317. 21. Сверхвысоковакуумный сканирующий туннельный микроскоп (ВУП-4). 22. Огнетушитель порошковый закачной ОП-8 (з), (10л., 8 кг.), инв. № ИСПР00013412.	
	<b>4. помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал № 2 (физмат корпус), зал доступа к электронной информации библиотеки (вход через читальный зал № 2 физмат корпус).	<p align="center"><b>Читальный зал № 2</b></p> 1. Научный и учебный фонд. 2. Научная периодика. 3. ПК (моноблок) - 3 шт. 4. Wi-Fi доступ для мобильных устройств. 5. Неограниченный доступ к ЭБС и БД. 6. Количество посадочных мест – 50. <p align="center"><b>Зал доступа к электронной информации библиотеки</b></p> 1. ПК (моноблок) – 8 шт., подключенных к сети Интернет. 2. Неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС. 3. Количество посадочных мест – 8.	

В лаборатории имеются следующие измерительные приборы:

Универсальные осциллографы – 6 шт.

Генераторы шума Г2-37, Г2-57.

Генераторы низкочастотных сигналов Г3-109, Г3-102, Г3-111, Г3-118.

Генераторы высокочастотных сигналов Г4-106, Г4-116.

Генераторы импульсов Г5-54, Г5-60 – 6 шт.

Селективные вольтметры В6-1, WMS-4, SMV-11.

Регулируемые источники питания – 10 шт.

Цифровые мультиметры – 6 шт.

Милливольтметры переменного тока – 4 шт.

Частотомеры ЧЗ-34 и ЧЗ-35.

Анализатор сигналов С4-34.

## **6.2 Технические и электронные средства обучения и контроля знаний студентов**

При проведении лекций используются персональные компьютеры с показом графического и текстового материала через мультимедийный проектор, мониторы и телевизоры. Для воспроизведения звука используются высококачественные усилители и акустические системы.

Широко используются цифровые видеокамеры, цифровые фотоаппараты и средства цифровой записи и обработки изображений.

Ряд учебных материалов и все описания лабораторных работ, практических занятий доступны студентам на электронных носителях.

## **6.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

1. Операционные системы DOS 6.22 Dos 7.0.
2. Операционная система Linux.
3. Операционные системы Windows XP, Windows 7, Windows 8.1.
4. Пакет программ Open Office.
5. Программа 3D Image.
6. Программа «Двухканальный анализатор сигналов»
7. Программа «Генератор сигналов»
8. Среда программирования «Turbo Pascal 7»
9. Среда программирования Delphi.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.О.33 «Цифровая обработка сигналов» на 5-й семестр  
(наименование дисциплины)

Очная  
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36.2
лекций	18
практических/ семинарских	0
лабораторных	18
контроль самостоятельной работы (КСР)	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету	35.8

Форма(ы) контроля:

экзамен \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ семестр

зачет \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ семестр

## Продолжение приложения А

№ п.п.	Тема и содержание разделов дисциплины	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма контроля самостоятельной работы
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1. Технические средства построения систем цифровой обработки сигналов ЦОС</b>								
1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Содержание дисциплины ЦОС. Основные термины и определения. История развития микропроцессорной техники, ПК и ЦОС.</li> <li>2. Одноканальные и многоканальные информационные системы. Разделение информационного канала по времени и по частоте.</li> <li>3. Базовые элементы аналоговых систем ЦОС. Датчики информации, усилители, аналоговые коммутаторы, линии и каналы связи, детекторы, модуляторы, фильтры.</li> <li>4. Одноканальные и многоканальные цифровые информационные системы с аналоговой и цифровой коммутацией. Асинхронный и синхронный прием данных.</li> <li>5. Базовые элементы цифровых систем ЦОС. АЦП, ЦАП, интерфейсы, аналоговые и цифровые коммутаторы, кодеры, декодеры, каналы связи, контрольные автоматы (решающие устройства), микропроцессоры, микро, мини-ЭВМ.</li> <li>6. Классификация систем управления. Аналоговые системы управления. Прерывистое управление. Широтно-импульсное управление.</li> <li>7. Цифро-аналоговые и цифровые системы управления. Системы управления шаговыми двигателями.</li> <li>8. Радиальная схема подключения периферийных устройств к ЦП Pentium-IV разных поколений. Socket-478, 775, 1155, 1150, 1151. БИС северного и южного портов.</li> <li>9. Внутренние и внешние интерфейсы в ПК. Интерфейсы USB, SATA, COM, LPT.</li> <li>10. Подключение измерительных устройств через системный канал. Основные виды системных каналов.</li> <li>11. Системный канал ISA. Основные режимы в операциях ввода-вывода.</li> <li>12. Сопряжение микропроцессора и измерительных устройств с системным каналом. Буферизация шины адреса и данных.</li> <li>13. Двухнаправленный шинный формирователь Intel 8286 в интерфейсах ввода-вывода.</li> <li>14. Прямой доступ к памяти (ПДП). Роль сигнала AEN.</li> <li>15. Схемы дешифраторов адреса внешних устройств.</li> <li>16. Интерфейс подключения АЦП к системному каналу ПК.</li> <li>17. Интерфейс подключения ЦАП к системному каналу ПК.</li> <li>18. Цифровые генераторы испытательных сигналов. Примеры использования для снятия АЧХ и</li> </ol>	12	-	8	17.8	Л.1 Л.2 Л.3	С.3 - 40 С. 3-138 Составление отчетов по лабораторным работам № 1 - 3	Защита отчетов по лабораторным работам  Проверка отчетов по самостоятельной работе  Коллоквиум

	<p>ФЧХ.</p> <p>19. Электромагнитная совместимость компонентов ЦОС. Сетевые фильтры. Европейский и Российский стандарты электропитания конечных потребителей</p> <p>20. Помехоустойчивое соединение, заземление и зануление компонентов ЦОС. Цифровая и аналоговая «земля».</p> <p>21 Схемы построения гальванических развязок на основе разделительных трансформаторов и оптронов.</p>							
<b>Модуль 2. Погрешности цифровой обработки сигналов. Теория цифровой обработки сигналов</b>								
2	<p>1. Основные этапы преобразования сигналов в цифровых измерительных системах. Классификация основных видов искажений (12 видов) при ЦОС.</p> <p>2. Дискретизация сигналов во времени. АИМ-1 и АИМ-2. Адаптивный выбор частоты дискретизации. Спектр дискретизированного во времени сигнала. Спектральные окна. Искажения, связанные с дискретизацией сигнала во времени. Эффект “наложения частот” (элайзинг) и методы его устранения. Антиэлайзинговые фильтры.</p> <p>3. Квантование сигналов по уровню. Линейные и функциональные квантователи сигналов в системах связи. Искажения, связанные с квантованием сигнала по уровню. Шумы квантования и методы их уменьшения. Компрессия сигналов по амплитуде. Передискретизация сигналов по уровню и связанные с этим помехи.</p> <p>4. Искажения, связанные с конечным временем одной выборки (одного отсчетного значения). Апертурное время и методы его уменьшения. Устройства выборки и хранения (УВХ). Основные характеристики УВХ и методы их улучшения.</p> <p>5. Дрожание фазы. Джиттер. Методы уменьшения влияния джиттера на характеристики передаваемой информации. Проявление джиттера в каналах синхронизации.</p> <p>6. Искажения, связанные с конечным временем одной анализируемой или передаваемой реализации. Краевые эффекты и методы их уменьшения.</p> <p>7. “Эффект частотола” при ЦОС. “Разрешенные” и “запрещенные” частоты при вычислении спектра дискретизированного во времени сигнала.</p> <p>8. Восстановление непрерывного сигнала по цифровой последовательности. Согласованная фильтрация. Использование полиномов n-й степени. Интерполяция и экстраполяция сигналов. Вставки отсчетных значений (экспандирование по частоте). Примеры схем, реализующие интерполяцию нулевого и первого порядка.</p> <p>9. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Выбор спектрального окна. Практические методы реализации восстановления непрерывного сигнала (использование пассивных и активных фильтров). Невозможность точного восстановления сигнала в режиме наложения частот.</p> <p>10. Цифро-аналоговые преобразователи. Основные виды и схемы построения ЦАП. Функциональные ЦАП. Примеры использования</p>	6	-	10	18	Л1.  Л2.	С. 73 - 126  С. 139-212  Составлен е отчётов по лабора торным работам № 4 - 5	Защита отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам  Проверка отчетов по самостоятельной работе  Коллоквиум  Деловые игры
	<b>Всего</b>	<b>18</b>		<b>18</b>	<b>35.8</b>			

## Тесты контроля качества усвоения дисциплины

1. В системных каналах PCI шина адреса, шина ввода данных, шина вывода данных
  1. Совмещены между собой;
  2. Выполнены отдельными;
  3. Шина ввода и шина вывода совмещены между собой, а шина адреса выполнена отдельной;
  4. Шина вывода и адресная шина совмещены между собой, а шина ввода выполнена отдельной;
  5. Шина ввода и адресная шина совмещены между собой, а шина вывода выполнена отдельной;
2. В системных каналах ISA шина адреса, шина ввода данных, шина вывода данных
  1. Совмещены между собой;
  2. Выполнены отдельными;
  3. Шина ввода и шина вывода совмещены между собой, а шина адреса выполнена отдельной;
  4. Шина вывода и адресная шина совмещены между собой, а шина ввода выполнена отдельной;
  5. Шина ввода и адресная шина совмещены между собой, а шина вывода выполнена отдельной;
3. Отсутствие у пользователя сведений о методе мультиплексирования входных каналов при цифровой обработке сигналов может привести к неверной интерпретации
  1. Формы сигналов;
  2. Длительности фронтов импульсных сигналов;
  3. Периодов повторения импульсов;
  4. Временных интервалов между сигналами в различных каналах;
  5. К погрешностям определения спектральных характеристик сигналов.
4. Основное преимущество синхронного режима ввода цифровой информации заключается в том, что
  1. За счет отсутствия обратных связей обеспечивается высокая степень устойчивости работы;
  2. Обеспечивается высокая степень точности управления;
  3. Обеспечивается высокая степень точности задания периода дискретизации во времени;
  4. Обеспечивается высокая степень точности соответствия периода дискретизации во времени быстрдействию системы;
  5. Обеспечивается высокая степень точности соответствия ступенек квантования по уровню числу двоичных разрядов;
5. Основное преимущество асинхронного режима ввода цифровой информации заключается в том, что
  6. За счет обратных связей обеспечивается высокая степень устойчивости работы;
  7. Обеспечивается высокая степень точности управления;
  8. Обеспечивается высокая степень точности задания периода дискретизации во времени;
  9. Обеспечивается высокая степень точности соответствия периода дискретизации во времени быстрдействию системы;
  10. Обеспечивается высокая степень точности соответствия ступенек квантования по уровню числу двоичных разрядов;



6. Джиттер в цифровых системах обработки сигналов означает
  2. Нестабильность по частоте дискретизации сигнала;
  3. Нестабильность по амплитуде дискретизации сигнала;
  4. Нестабильность по фазе дискретизации сигнала;
  5. Нестабильности, связанные с потерей устойчивости системы управления;
  6. Случайные задержки во времени передачи пакетов данных.
7. Эффект частотокола в цифровых системах обработки сигналов означает
  7. Неодинаковость передачи амплитуд спектральных компонент по частоте;
  8. Особенности передачи сигнала по уровню;
  9. Особенности передачи сигнала по фазе;
  10. Нестабильности передачи во времени, связанные с потерей устойчивости систем управления;
  11. Задержки во времени передачи данных.
8. В цифровых системах обработки сигналов элайзинг связан
  1. С квантованием сигнала по уровню;
  2. С аддитивными помехами;
  3. С наличием замираний сигналов в каналах связи;
  4. С квантованием сигнала во времени;
  5. С мультипликативными помехами.
9. Для подавления элайзинга в цифровых системах обработки сигналов необходимо
  1. Правильно выбирать методы кодирования сигналов;
  2. Правильно выбирать разрядность АЦП и ЦАП;
  3. Правильно согласовывать частоту дискретизации сигналов во времени со спектром сигналов;
  4. Использовать гальванические развязки на приемной и передающей стороне;
  5. Использовать помехоустойчивое кодирование.
10. Для уменьшения шумов квантования необходимо
  1. Применять неравномерное кодирование;
  2. Правильно выбирать разрядность АЦП и ЦАП;
  3. Правильно согласовывать частоту дискретизации сигналов во времени со спектром сигналов;
  4. Использовать равномерное кодирование;
  5. Использовать экономное кодирование.
11. При цифровой обработке сигналов шумы квантования приводят к ухудшению
  1. Амплитудно-частотных характеристик по нижней граничной частоте;
  2. Фазово-частотных характеристик по дискретности изменения фазы;
  3. Динамического диапазона обработки сигналов;
  4. Нелинейных искажений сигналов;
  5. Быстродействия обработки сигналов.
12. Для уменьшения краевых искажений необходимо
  1. Применять выделяющие временные оконные функции;
  2. Увеличить частоту дискретизации;
  3. Уменьшить частоту дискретизации;
  4. Использовать равномерное кодирование;
  5. Фиксировать частоту дискретизации.

13. Для уменьшения апертурных искажений необходимо

1. Применять выделяющие временные оконные функции;
2. Увеличить частоту дискретизации;
3. Уменьшить время одной выборки при дискретизации во времени;
4. Использовать равномерное кодирование;
5. Фиксировать частоту дискретизации.

14. В цифровых фильтрах для задержки сигналов во времени используют

1. Ультразвуковые линии задержки;
2. Линии задержки, выполненные на основе волноводов;
3. Запоминание во времени отсчетных значений;
4. Кодирование информации;
5. Устройства выборки и хранения.

15. Порядок цифрового фильтра определяется

1. Порядком производных, используемых для описания сигналов в процессе фильтрации;
2. Числом операций дифференцирования сигналов;
3. Числом операций интегрирования;
4. Числом элементов задержки сигналов во времени;
5. Длительностями времен задержки сигналов.

16. Согласно теореме Котельникова для точного восстановления непрерывного сигнала с ограниченным спектром по его отсчетным значениям необходимо

1. Запоминать предыдущее отсчетное значение до появления следующего значения;
2. Использовать линейную интерполяцию сигнала по его отсчетным значениям;
3. Использовать полиномы высокого порядка, рассчитанные на основе отсчетных значений;
4. Использовать экстраполяторы сигнала;
5. Пропустить отсчетные значения через фильтр нижних частот с частотой среза, согласованной с частотой дискретизации сигнала.

17. В цифровых информационно-измерительных системах приборные интерфейсы выполняют функцию

1. Цифровой обработки сигналов;
2. Цифровой обработки дискретных последовательностей отсчетных значений;
3. Согласующих устройств микропроцессора с измерительными преобразователями;
4. Ввода-вывода информации;
5. Роль элементов задержки при цифровой фильтрации.

18. В информационно-измерительных системах дешифраторы адреса внешних устройств позволяют:

1. выборочно одновременно обращаться к функционально одинаковым внешним устройствам;
2. выборочно одновременно обращаться к функционально разным внешним устройствам;
3. выборочно последовательно обращаться к функционально одинаковым внешним устройствам;
4. выборочно последовательно обращаться к функционально разным внешним устройствам;
5. выборочно последовательно обращаться к внешним устройствам независимо от их функционального назначения.

19. При цифровой обработке сигналов повторная дискретизация сигналов по времени и по уровню

1. Улучшает АЧХ каналов связи;
2. Позволяет очистить сигнал от шумов;
3. Устраняет джиттер;
4. Увеличивает искажения сигналов;
5. Уменьшает нелинейные искажения сигналов.

20. В АЦП и ЦАП дифференциальные нелинейности

1. Обычно отсутствуют;
2. Пропорциональны по уровню числу двоичных разрядов;
3. Обратно пропорциональны по уровню числу двоичных разрядов;
4. Связаны с постоянством периода дискретизации;
5. Связаны с постоянством высоты ступенек квантования сигналов по уровню.

Рейтинг-план дисциплины  
«Цифровая обработка сигналов»

Направление «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»,  
профиль «Оптические системы и сети связи».

Курс 3, семестр пятый 2018-2019 г.г.

Количество часов по учебному плану - 72, в т.ч. аудитор. работа 36.2, самост. работа 35.8.

Преподаватель: Гоц С.С., проф., доктор физ.-мат. наук, профессор

Кафедра физической электроники и нанофизики

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за время освоения модуля	Баллы за время освоения модуля	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. Технические средства построения систем цифровой обработки сигналов ЦОС 25+15 баллов</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Выполнение лабораторных работ, составление и защита отчетов.	6	3	0	18
2. Работа на аудиторных занятиях.	1	7	0	7
<b>Рубежный контроль</b>				
Коллоквиум	15	1	0	15
<b>Модуль 2. Погрешности ЦОС. Теория ЦОС. 25+15 баллов</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Работа на аудиторных занятиях	1	3	0	3
2. Выполнение лабораторных работ, составление и защита отчетов.	6	2	0	12
3. Учебно-исследовательская работа студента (учебный стенд, компьютерная программа, научные исследования)	10	1		10
<b>Рубежный контроль</b>				
Коллоквиум	15	1	0	15
Деловые игры.		1	0	20
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Участие в студ. конференциях				5
2. Публикация статей				5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Непосещение лекционных занятий			0	-6
2. Непосещение практических занятий			0	-10