



1  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
инфокоммуникационных технологий и  
наноэлектроники  
«1» июня 2021г., протокол №7  
Зав. кафедрой  / Салихов Р.Б.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

 /Балапанов М.Х.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Цифровая обработка сигналов

*(наименование дисциплины)*

базовая

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

**программа бакалавриата**

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи



*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки

«Оптические системы и сети связи»

Квалификация

**бакалавр**

Разработчики (составители) Д.ф.-м.н., профессор ст. преподаватель <i>(должность, ученая степень, ученое звание)</i>	 /Гоц С.С./  /Латыпов К.Ф./ <i>(подпись, Фамилия И.О.)</i>
--	--

Для приёма: 2021г.  
Уфа 2021

Составитель / составители: Д.ф.-м.н.,  
ст. преподаватель Латыпов К.Ф.

профессор Гоц С.С.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической  
электроники и нанофизики «01» июня 2021 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_/ Салихов Р.Б.

**Список документов и материалов (оглавление)**

1.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2.	Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3.	Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - <i>(Приложение №1)</i>	7
4.	Фонд оценочных средств по дисциплине	8
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	8
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	11
4.3.	<i>Рейтинг-план дисциплины (Приложение №2)</i>	12
5.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	21
5.1.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	21
5.2.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	21
6.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	22

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

При изучении дисциплины «Цифровая обработка сигналов» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ПК-1 – способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

ПК-3 – владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий

(начальный и основной этап формирования данной профессиональной компетенции).

ПК-5 – способностью внедрять готовые научные разработки

Для формирования указанных компетенций и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемые компетенции с указанием кода	Примечание
<b>Знания</b>	Математические методы описания, расчетов и измерения физических характеристик сигналов, помех, информационных потоков и каналов связи. Цифровые методы получения, передачи, приема и обработки сигналов (звуковых, электрических, радио-, оптических, видео- и т.п.) в информационных и телекоммуникационных системах. Основные методы помехоустойчивого кодирования, декодирования и компрессии дискретных сообщений	ПК-1	
	Основные методы оптимизации устройств, предназначенных для цифровой обработки сигналов. Перспективы развития цифровых технологий и цифровых систем связи	ПК-5	
	Системы многоканальной передачи информации с цифровым и аналоговым мультиплексированием	ПК-3	
<b>Умение</b>	Выполнять расчеты основных характеристик источников информации, каналов связи на основе теории вероятностей и статистических методов. Выполнять количественную и качественную оценку номинальных и предельных характеристик цифровых телекоммуникационных систем. Рассчитывать пропускную способность, спектральные характеристики, помехоустойчивость и энергетическую эффективность цифровых каналов связи, различных методов кодирования и декодирования	ПК-1	
	Осуществлять математическое и компьютерное моделирование сигналов, помех, каналов связи, процессов кодирования и декодирования	ПК-3	
	Осуществлять работы по созданию новых и модернизации существующих систем ЦОС. Выполнять технико-экономическое обоснование по применению различных систем цифровой обработки сигналов	ПК-5	
<b>Владение</b> (навыки, опыт деятельности)	Методами выполнения измерений с помощью микропроцессорных и цифровых измерительных приборов Основами программирования в объеме, достаточном для составления моделей систем цифровой обработки сигналов	ПК-3	
	Навыками теоретического анализа и обработки	ПК-1	

	результатов измерений основных характеристик радиоэлектронной аппаратуры		
	Навыками внедрения новых цифровых технологий	ПК-5	

При изучении дисциплины «Цифровая обработка сигналов» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ПК-1 – способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

ПК-3 – владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий

ПК-5 – способностью внедрять готовые научные разработки

При написании курсовой работы, студент должен показать следующие результаты:

Результаты обучения		Формируемые компетенции с указанием кода	Оценочные средства
<b>Знания</b>	Математические методы описания, расчетов и измерения физических характеристик сигналов, помех, информационных потоков и каналов связи	ПК-1	Курсовая работа
	Цифровые методы получения, передачи, приема и обработки сигналов (звуковых, электрических, радио-, оптических, видео- и т.п.) в информационных и телекоммуникационных системах	ПК-1	
	Основные методы оптимизации устройств, предназначенных для цифровой обработки сигналов	ПК-5	
	Перспективы развития цифровых технологий и цифровых систем связи	ПК-5	
<b>Умение</b>	Выполнять расчеты основных характеристик источников информации, каналов связи на основе теории вероятностей и статистических методов	ПК-1	Курсовая работа
	Осуществлять математическое и компьютерное моделирование сигналов, помех, каналов связи, процессов кодирования и декодирования	ПК-3	
	Выполнять количественную и качественную оценку номинальных и предельных характеристик цифровых телекоммуникационных систем	ПК-1	
	Выполнять технико-экономическое обоснование по применению различных систем цифровой обработки сигналов	ПК-5	
<b>Владение (навыки, опыт деятельности)</b>	Методами выполнения измерений с помощью микропроцессорных и цифровых измерительных приборов	ПК-3	Курсовая работа
	Основами программирования в объеме, достаточном для составления моделей систем цифровой обработки сигналов	ПК-3	
	Навыками теоретического анализа и обработки результатов измерений основных характеристик радиоэлектронной аппаратуры	ПК-1	
	Навыками внедрения новых цифровых технологий	ПК-5	Курсовая работа

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Целью изучения дисциплины ЦОС является освоение цифровых методов формирования, передачи, приема, обработки сигналов и защиты информации в инфокоммуникационных и в радиофизических системах.

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» (ЦОС) входит в вариативную часть профессионального цикла дисциплин по выбору ФГОС-3+ для подготовки бакалавров направления 03.03.03 «Радиофизика» по профилю «Цифровые технологии обработки информации». В учебном плане дисциплине «Цифровая обработка сигналов» присвоен индекс Б1.В.1.ДВ.02.01.

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, радиотехники, электроники, аналоговой и цифровой схемотехники.

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.

Предусмотренные программой ЦОС знания являются не только базой для последующего изучения специальных дисциплин, но имеют также самостоятельное значение для формирования дипломированных специалистов по направлению 03.03.03 «Радиофизика».

Основными задачами освоения дисциплины ЦОС является следующее:

- Знакомство с основными методами анализа и синтеза информационных систем, предназначенных для формирования, приема, передачи и преобразования цифровых сигналов;
- Изучение влияния и методов защиты от помех при передаче цифровых и дискретных сигналов;
- Изучение погрешностей, связанных с цифровой обработкой сигналов;
- Знакомство с методами оптимизации цифровых систем, направленное на повышение помехоустойчивости и эффективности передачи информации.

Приступая к изучению теоретической части 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 аналоговыми и цифровыми электро- и радиоизмерительными приборами.

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

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

Содержание рабочей программы указано в приложении 1.

#### 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 ПК-1 – способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования.

Этап, уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знать математические методы описания, расчетов и измерения физических характеристик сигналов, помех, информационных потоков и каналов связи	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Уметь: 1. Выполнять количественную и качественную оценку номинальных и предельных характеристик цифровых телекоммуникационных систем. 2. Выполнять расчеты основных характеристик источников информации, каналов связи на основе теории вероятностей и статистических методов 3. Рассчитывать пропускную способность, спектральные характеристики, помехоустойчивость и энергетическую эффективность цифровых каналов связи, различных методов кодирования и декодирования	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть навыками теоретического анализа и обработки результатов	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве



	измерений основных характеристик радиоэлектронной аппаратуры.				
--	---	--	--	--	--

Формирование компетенции **ПК-3** – владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий.

Этап, уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знать:  Системы многоканальной передачи информации с цифровым и аналоговым мультиплексированием	Показывает незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Уметь: 1. Осуществлять математическое и компьютерное моделирование сигналов, помех, каналов связи, процессов кодирования и декодирования	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть: Основами программирования в объеме, достаточном для составления моделей систем цифровой обработки сигналов	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

## Формирование компетенции ПК-5 – способностью внедрять готовые научные разработки

Этап, уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знать: 1. Перспективы развития цифровых технологий и цифровых систем связи. 2. Основные методы оптимизации устройств, предназначенных для цифровой обработки сигналов	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Уметь: 1. Осуществлять работы по созданию новых и модернизации существующих систем ЦОС. 2. Выполнять технико-экономическое обоснование по применению различных систем цифровой обработки сигналов	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть: Навыками внедрения новых цифровых технологий.	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10 баллов) и за ответы обучаемого на экзамене – максимум 30 баллов.

Шкала перевода баллов рейтинга в пятибалльную шкалу итоговой оценки по дисциплине:

от 0 до 44 баллов – «неудовлетворительно»

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 до 110 баллов – «отлично».

**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**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	знать математические методы описания, расчетов и измерения физических характеристик сигналов, помех, информационных потоков и каналов связи. Цифровые методы получения, передачи, приема и обработки сигналов (звуковых, электрических, радио-, оптических, видео- и т.п.) в информационных и телекоммуникационных системах. Основные методы оптимизации устройств, предназначенных для цифровой обработки сигналов. Основные методы помехоустойчивого кодирования, декодирования и компрессии дискретных сообщений. Системы многоканальной передачи информации с цифровым и аналоговым мультиплексированием. Перспективы развития цифровых технологий и цифровых систем связи	ПК-1, ПК-3, ПК-5	Защита лабораторных работ, коллоквиум
2-й этап Умения	1. Уметь выполнять расчеты основных характеристик источников информации, каналов связи на основе теории вероятностей и статистических методов	ПК-1	Защита лабораторных работ
	2. Уметь осуществлять математическое и компьютерное моделирование сигналов, помех,	ПК-3	Защита лабораторных работ

	каналов связи, процессов кодирования и декодирования		
	3. Осуществлять работы по созданию новых и модернизации существующих систем ЦОС	ПК-5	Защита лабораторных работ
3-й этап  Владеть навыками	1. Владеть методами выполнения измерений с помощью микропроцессорных и цифровых измерительных приборов	ПК-3	Защита лабораторных работ
	2. Владеть основами программирования в объеме, достаточном для составления моделей систем цифровой обработки сигналов	ПК-3	Защита лабораторных работ
	3. Владеть навыками теоретического анализа и обработки результатов измерений основных характеристик радиоэлектронной аппаратуры	ПК-1	Защита лабораторных работ,
	4. Владеть навыками внедрения новых цифровых технологий	ПК-5	Защита лабораторных работ, коллоквиум

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг-план указан в приложении 2.

### Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

Билет состоит из двух теоретических вопросов.

Примерные вопросы для экзамена

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, 1155, 1150, 1151. 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. 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. Передискретизация сигналов по уровню и связанные с этим помехи.
25. 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.

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 (использование пассивных и активных фильтров). Невозможность точного восстановления сигнала в режиме наложения частот.
31. Цифро-аналоговые преобразователи. Основные виды и схемы построения ЦАП. Функциональные ЦАП. Примеры использования ЦАП в автоматизированных аналого-цифровых системах управления.
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 с конечной импульсной характеристикой КИХ. Расчет комплексного коэффициента передачи КИХ 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

**Образец экзаменационного билета:**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

Физико-технический институт

Кафедра физической электроники и нанофизики

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Цифровая обработка сигналов»

Направление 03.03.03 «РАДИОФИЗИКА»

Профиль «Цифровые технологии обработки сигналов»

1. Содержание дисциплины ЦОС. Основные термины и определения. История развития микропроцессорной техники, ПК и ЦОС.
2. Помехоустойчивое соединение, заземление и зануление компонентов ЦОС. Цифровая и аналоговая «земля».

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра, и баллов, полученных на экзамене.

За работу в семестре студент получает до 70 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за результаты участия в конференциях, олимпиаде студентов по физике, а также за публикации статей, изготовление стендов по теме курса. Для допуска к экзамену студент должен набрать в семестре не менее 35 баллов.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом на экзамене, составляет 30 баллов.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

#### **Критерии оценивания ответа на экзамене:**

Максимальная оценка – 30 баллов складывается из оценки за ответ на теоретические вопросы билета (два вопроса оцениваются максимально по 12 баллов каждый), и оценок за ответы на дополнительные вопросы (два вопроса, оцениваемых каждый в 3 балла максимально).

#### **За ответы на вопросы билета выставляется**

- **19-24 балла**, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопросы билета в объеме рекомендованной литературы.

Студент без затруднений ответил на уточняющие вопросы преподавателя по материалам билета.

- **13-18 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл без серьезных ошибок оба теоретических вопроса, однако показал пробелы в знаниях 20-25 % объема билета. Не на все уточняющие вопросы были даны корректные ответы.

- **7-12 баллов** выставляется студенту, если даны ответы на оба теоретических вопроса в объеме 35-50 % от полного ответа. Студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, законов и формул, описании основных экспериментов. Студент не дает удовлетворительных ответов на уточняющие вопросы по билету.

- **1-6 балла** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий, законов и экспериментов, или полностью отсутствует ответ на один вопрос и допущены серьезные ошибки и пробелы при ответе на второй вопрос. На уточняющие вопросы по билету не получены ответы или ответы на них в корне ошибочны.

**За ответ на дополнительный вопрос на экзамене выставляется:**

-3 балла, если студент дал исчерпывающе полный и правильный ответ;

- 2 балла, если ответ верен, но дан не в полном объеме учебной программы, или содержит незначительные ошибки;

- 1 балл, если ответ на вопрос дан, но содержит серьезные ошибки или большие пробелы в изложении;

- 0 баллов, если студент не ответил или ответил в корне неверно.

Примеры дополнительных вопросов на экзамене:

1. Цифро-аналоговые преобразователи. Основные виды и схемы построения ЦАП.
2. Аналого-цифровые преобразователи. Основные виды и схемы построения АЦП.
3. Примеры схем, реализующие интерполяцию нулевого и первого порядка.
4. Краевые эффекты и методы их уменьшения.
5. Проявление джиттера в каналах синхронизации.
6. Шумы квантования и методы их уменьшения.
7. Компьютерные системы управления шаговыми двигателями.

Формирование данных компетенций осуществляется на лекциях, лабораторных работах, при самостоятельном изучении литературных источников. При текущем и рубежном контроле оценка уровня освоения данной компетенции осуществляется преподавателем исходя из письменных и устных ответов на следующие вопросы:



## **Примеры вопросов по курсу для проведения устных опросов**

### **«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.

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

21. Основные этапы преобразования сигналов в цифровых измерительных системах. Классификация основных видов искажений (12 видов) при ЦОС.
22. 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.
23. 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.

#### **Описание методики оценивания устных опросов:**

За каждый правильно отвеченный вопрос студенту выставляется 1 балл и 0 баллов за каждый неверный ответ. Всего в течение каждого модуля студенту задаётся по 5 вопросов.

#### **Примеры вопросов для проведения коллоквиума по теоретическому материалу**

1. История развития микропроцессорной техники, ПК и ЦОС.
2. Одноканальные и многоканальные информационные системы. Разделение информационного канала по времени и по частоте.

#### **Описание методики оценивания коллоквиума:**

Всего два вопроса, каждый из них оценивается в 5 баллов. Критерии оценки ответа на 1 вопрос:

- 5 баллов выставляется студенту, если дан абсолютно верный ответ на вопрос;
  - 4 баллов выставляется студенту, если дан в целом верный ответ на вопрос, но допущены незначительные ошибки или неточности;
  - 3 баллов выставляется студенту, если дан верный, но не исчерпывающий ответ, в частности, не хватает важных уточнений, не рассмотрены все случаи, не сделаны выводы или же объём ответа недостаточный (около 50%)
  - 1-2 балла выставляется студенту, если верно записана только часть ответа (меньше 50%).
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе или когда ответ не соответствует условию задачи.

## Примеры лабораторных работ

- 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 материнской платы персонального компьютера и интерфейсов внешних устройств.
- 3 работа. Изучение основ программирования ввода измерительной информации с АЦП через встроенный расширенный параллельный порт (ERP) персонального компьютера
- 3 а работа Изучение цифровых фильтров

Примечание: Работы № 2 и № 3 представлены в 2-х вариантах на выбор.

### Методика оценки лабораторных работ

Всего в каждом модуле по 3 лабораторных работы, каждая из которых оценивается в 5 баллов:

- 5 баллов выставляется студенту в случае верного выполнения работы, наличия полного отчёта и правильных ответов на дополнительные вопросы, которые показывают высокий уровень понимания студентом темы;
- 4 балла выставляется студенту в случае верного выполнения работы, наличия полного отчёта и более чем 75% правильных ответов на дополнительные вопросы, показывающих хороший уровень понимания студентом темы;
- 3 балла выставляется студенту в случае верного выполнения работы, наличия отчёта, где присутствуют основные выводы, хотя и упущены второстепенные и более чем 50% правильных ответов на дополнительные вопросы, которые показывающих удовлетворительный уровень понимания студентом темы;
- 1-2 балла выставляется студенту в случае неполного выполнения работы, наличию незаконченного отчёта и отсутствию ответов на дополнительные вопросы более чем на 50%
- 0 баллов выставляются студенту если не сделана работа, отсутствует отчёт

## Примеры тем курсовых работ по ЦОС

Ниже приведена примерная тематика курсовых работ. Каждый студент получает индивидуальную тему курсовой работы в начале 6-го семестра. В ходе выполнения курсовой работы с обоюдного согласия студента и преподавателя допускается лишь незначительная корректировка темы курсовой работы. Такая корректировка должна иметь объективные причины, связанные, например, с новыми достижениями в области ЦОС, с появлением новых литературных источников и т.п. Тема курсовой работы выбирается по двум последним цифрам номера  $N$  зачетной книжки как остаток от целочисленного деления  $N$  на 33.

1. Многоканальные цифровые информационные системы с аналоговой и цифровой коммутацией сигналов.
2. Трасверсальные (нерекурсивные) цифровые фильтры (ЦФ) в системах ЦОС.
3. Рекурсивные цифровые фильтры в системах ЦОС.
4. Цифровые генераторы испытательных сигналов.

Примеры заданий для курсовой работы на тему «Многоканальные цифровые информационные системы с аналоговой и цифровой коммутацией сигналов»

1. Объясните, почему в андронном коллайдере при проведении испытаний была неверно измерена скорость ускоренной частицы при использовании датчиков и цифрового коммутатора сигналов
2. Как доработать схему цифрового коммутатора сигналов, чтобы оценивать показания датчиков в один и тот же момент времени?
3. Можно ли при помощи аналогового коммутатора MAX14778 регистрировать входные сигналы в 10мВ? Если нет, дополните схему требуемыми элементами, обоснуйте ваш выбор.

За выполнение курсовой работы может быть выставлено максимум 20 баллов

### Критерии оценивания курсовой работы:

-20 баллов выставляется в случае полного соответствия темы работы и её содержания, правильной постановки целей и задач, соответствия требованиям по оформлению и объёму в 20-30 страниц, полного раскрытия материала, наличия всех необходимых формул, схем, рисунков и верного ответа на все задания к работе;

15-19 баллов выставляется в случае полного соответствия темы работы и её содержания, правильной постановки целей и задач, соответствия требованиям по оформлению и объёму в 20-30 страниц, в целом полного раскрытия материала, 90% наличия всех необходимых формул, схем, рисунков и верного ответа на 2/3 заданий к работе;

10-14 баллов выставляется в случае полного соответствия темы работы и её содержания, правильной постановки целей и задач, соответствия требованиям по оформлению и объёму в 10-19 страниц, удовлетворительного раскрытия материала, 75% наличия всех необходимых формул, схем, рисунков и верного ответа на 1 задание из 3 к работе;

5-9 балла выставляется в случае неполного соответствия темы работы и её содержания, удовлетворительной постановки целей и задач, удовлетворительного соответствия требованиям по оформлению и объёму в 5-9 страниц, неполного раскрытия материала, 50% наличия всех необходимых формул, схем, рисунков и частичного ответа на одно из заданий к работе;

0-4 балла выставляется в случае полного несоответствия темы работы и её содержания, неправильной постановки целей и задач, несоответствия требованиям по оформлению и объёму в 1-4 страницы, не полного раскрытия материала, отсутствия всех необходимых формул, схем, рисунков и верных ответов на задания к работе.

### **Компетенции студента, формируемые в процессе выполнения курсовой работы (курсового проекта)**

Целью выполнения курсовой работы является формирование у студентов профессиональных компетенций, сформулированных в основной образовательной программе подготовки и рабочей программе дисциплины в виде знаний, умений, навыков, опыта деятельности и профессионально значимых качеств личности.

## **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. [В библиот. БашГУ имеется 45 экз.]
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Высшая школа, 2003, 463 с. [В библиот. БашГУ имеется 35 экз.]
3. Гоц С.С. Теория электрической связи. – Уфа, 2009, 133 с. [В библиот. БашГУ имеется 50 экз.]

#### **Дополнительная литература**

4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов.- СПб.:Питер, 2003, 608 с. [В библиот. БашГУ имеется 33 экз.]
5. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Радио и связь, 1986. 512с [В библиот. БашГУ имеется 29 экз.]
6. Первачев С.В. Радиоавтоматика. – М.: Радио и связь, 1982. – 296 с. [В библиот. БашГУ имеется 42 экз.]
7. Assembler / В. Юров. - СПб.: Питер, 2001. - 624 с [В библиот. БашГУ имеется 22 экз.]
8. Гук М. Аппаратные средства РС. Энциклопедия. - СПб.: Питер, 1998, 816 с. [В библиот. БашГУ имеется 51 экз.]
9. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. – М.: Машиностроение, 1973. 607 с. [В библиот. БашГУ имеется 48 экз.]
10. Гальперин М.В. Автоматическое управление. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. – 224 с. [В библиот. БашГУ имеется 26 экз.]
11. Остем К., Виттенмарк Б. Системы управления с ЭВМ. – М.: Мир, 1987. 480 с. [В библиот. БашГУ имеется 25 экз.]
12. Гноенский Л.С., Каменский Г.А., Эльсгольц Л.Э. Математические основы теории управляемых систем. – М.: Наука. 1969. 512 с. [В библиот. БашГУ имеется 39 экз.]

### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины (модуля);**

1. Гадзиковский В.И. Цифровая обработка сигналов //М.:""СОЛОН-Пресс". - 2013. -766с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL:<https://e.lanbook.com/book/64979>>.
2. Басараб М.А., Волосюк В.К., Горячкин О.В. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях /М.:Физматлит. -2007. -544с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-

библиотечную систему издательства "Лань" <URL: <https://e.lanbook.com/book/2215>>.

3. Микросхемы АЦП и ЦАП. /М.: ДМК Пресс. -2010. -432с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL: <https://e.lanbook.com/book/60969>>.
4. Чумаков А.С. Статистическая радиотехника и радиофизика /Томск: ТГУСУР. -2012. -30с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL: <https://e.lanbook.com/book/10854>>.
5. Майоров А.В. МЕТОД СНИЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ВСТРОЕННЫХ ЦАП МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ //Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. -2014. -№4. -сс.9-13. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/286967>>.
6. Поисковая система «яндекс» [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru)
7. База данных «Scopus» [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
8. Электронная библиотека БашГУ [www.bashlib.ru](http://www.bashlib.ru)
9. Электронная библиотека [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лабораторных работ по курсу ЦОС предназначена специализированная лаборатория – «Цифровая обработка сигналов и изображений», расположенная в аудитории № 316 физико-математического корпуса. Лаборатория укомплектована современными радиоизмерительными приборами и персональными компьютерами.

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий Аудитория 316	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий Аудитория 311 и 316	Лабораторные занятия	Компьютеры типа Pentium-III, Pentium-IV, 12шт. и др. оборудование, согласно перечню занятий ниже
Помещения для самостоятельной работы Читальный зал № 2 (физмат корпус), зал доступа к электронной информации библиотеки (вход через читальный зал № 2 физмат корпус).	Самостоятельная работа	Читальный зал № 2 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. Зал доступа к электронной информации библиотеки 1. ПК (моноблок) – 8 шт., подключенных к сети Интернет. 2. Неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС. 3. Количество посадочных мест – 8.

**Лабораторные работы № 1 – 5** выполняются на 12-ти лабораторных установках, созданных на основе современных персональных компьютеров Pentium – III и Pentium IV.

Имеется локальная компьютерная сеть и Internet 10/100 Мбит/с.

К четырем персональным компьютерам подключены аналого-цифровые преобразователи АЦП Ф4222 через параллельный порт.

В двух компьютерах установлены интерфейсные платы ввода-вывода L-154.



В шести персональных компьютерах установлены платы SB с акустическим оборудованием и программным обеспечением.

Лаборатория оборудована лазерным принтером.

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.

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 доступны студентам на электронных носителях.

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

1. Операционная система Linux Ubuntu, <https://ubuntu.ru/get>
2. Пакет программ Open Office, <https://www.openoffice.org/ru/>
3. Программа 3D Photo Maker, <https://free-3d-photo-maker.ru.uptodown.com/windows>
4. Программа «Двухканальный анализатор сигналов», предоставляет бесплатно автор – преподаватель ФТИ Гоц С.С.
5. Программа «Генератор сигналов», предоставляет бесплатно автор – преподаватель ФТИ Гоц С.С.
6. Среда программирования «Pascal ABC», <http://pascalabc.net/ssyilki-dlya-skachivaniya>
7. Среда программирования Lazarus, <https://www.lazarus-ide.org/index.php?page=downloads>.

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Цифровая обработка сигналов» на 6 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	51,2
лекций	16
практических/ семинарских	
лабораторных	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	3,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	13
В том числе: курсовая работа, 6 семестр, контактных часов: 2, на самостоятельную работу - 18	
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	43,8

Форма контроля:

экзамен 6 семестр, курсовая работа

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов:				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		практические семинарские лабораторные самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)	лекции, занятия, работы,	занятия, работы,	и			
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5		7	8	9
1	<p><b>Модуль 1. Технические средства построения систем цифровой обработки сигналов ЦОС</b></p> <p>Содержание дисциплины ЦОС. Основные термины и определения. История развития микропроцессорной техники, ПК и ЦОС.</p> <p>Одноканальные и многоканальные информационные системы. Разделение информационного канала по времени и по частоте.</p>	1		1	1	1 (3)	По списку вопросов	Защита отчетов по лабораторным работам
2	<p>Базовые аналоговые элементы ЦОС. Датчики информации, усилители, аналоговые коммутаторы, линии и каналы связи, детекторы, модуляторы, фильтры.</p> <p>Одноканальные и многоканальные цифровые информационные системы с аналоговой и цифровой коммутацией. Асинхронный и синхронный прием данных.</p>	1		1		1(4-5)	По списку вопросов	Защита отчетов по лабораторным работам
3	<p>Базовые элементы цифровых систем ЦОС. АЦП, ЦАП, интерфейсы, аналоговые и цифровые коммутаторы, кодеры, декодеры, каналы связи, контрольные автоматы (решающие устройства), микропроцессоры, микро, мини-ЭВМ.</p> <p>Классификация систем управления. Аналоговые системы управления. Прерывистое управление. Широтно-импульсное управление.</p>	1		1	1	1(6-9)	По списку вопросов	Защита отчетов по лабораторным работам

4	Цифро-аналоговые и цифровые системы управления. Системы управления шаговыми двигателями. Радиальная схема подключения периферийных устройств к ЦП Pentium-IV разных поколений. Socket-478, 775, 1155, 1150, 1151. БИС северного и южного портов.	1		1		1(10-12)	По списку вопросов	Защита отчетов по лабораторным работам
5	Внутренние и внешние интерфейсы в ПК. Интерфейсы USB, SATA, COM, LPT. Подключение измерительных устройств через системный канал. Основные виды системных каналов.	1		2	1	1 (13-16)	По списку вопросов	Защита отчетов по лабораторным работам
6	Системный канал ISA. Основные режимы в операциях ввода-вывода. Сопряжение микропроцессора и измерительных устройств с системным каналом. Буферизация шины адреса и данных.	1		2		1(17-20)	По списку вопросов	Защита отчетов по лабораторным работам
7	Двухнаправленный шинный формирователь Intel 8286 в интерфейсах ввода-вывода. Прямой доступ к памяти (ПДП). Роль сигнала AEN.	1		2	1	1(20-22)	По списку вопросов	Защита отчетов по лабораторным работам
8	Схемы дешифраторов адреса внешних устройств. Интерфейс подключения АЦП к системному каналу ПК.	1		2	1	1 (23-28)	По списку вопросов	Защита отчетов по лабораторным работам
9	Интерфейс подключения ЦАП к системному каналу ПК. Электромагнитная совместимость компонентов ЦОС. Сетевые фильтры. Европейский и Российский стандарты электропитания конечных потребителей	1		2	1	1(29-35)	По списку вопросов	Защита отчетов по лабораторным работам
10	Помехоустойчивое соединение, заземление и зануление компонентов ЦОС. Цифровая и аналоговая «земля». Схемы построения гальванических развязок на основе разделительных трансформаторов и оптронов.	1		2		1(35-40)	По списку вопросов	Колоквиум
11	<b>Модуль 2. Погрешности цифровой обработки</b>	1		2	1	1(73-75), 2 (139-	По списку	Защита

	<b>сигналов. Теория цифровой обработки сигналов</b> Основные этапы преобразования сигналов в цифровых измерительных системах. Классификация основных видов искажений (12 видов) при ЦОС..					145)	заданий	отчетов по лабораторным работам
12	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. 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.	1		2	1	1(76-80), 2(146-150)	По списку заданий	Защита отчетов по лабораторным работам
13	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. Дрожание фазы. Джиттер. Методы уменьшения влияния джиттера на характеристики передаваемой информации. Проявление джиттера в каналах синхронизации.	1		3	1	1(82-95), 2(152-160)	По списку заданий	Защита отчетов по лабораторным работам
14	Искажения, связанные с конечным временем одной анализируемой или передаваемой реализации. Краевые эффекты и методы их уменьшения. “Эффект частоты” при ЦОС. “Разрешенные” и “запрещенные” частоты при вычислении спектра дискретизированного во времени сигнала.	1		3	1	1(96-100), 2(161-170)	По списку заданий	Колоквиум
15	Восстановление непрерывного сигнала по цифровой последовательности. Согласованная фильтрация.	1		3	1	1(101-112), 2(172-181)	По списку заданий	Курсовая работа

	Использование полиномов $n$ -й степени. Интерполяция и экстраполяция сигналов. Вставки отсчетных значений (экспандирование по частоте). Примеры схем, реализующие интерполяцию нулевого и первого порядка. 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.							
16	Цифро-аналоговые преобразователи. Основные виды и схемы построения ЦАП. Функциональные ЦАП. Примеры использования Цифровые генераторы испытательных сигналов. Примеры использования генераторов для снятия АЧХ и ФЧХ..	1		3	2	1(115-126), 2(200-212)	По списку заданий	Защита отчетов по лабораторным работам
17	Курсовая работа					1-10	Работа представляет собой законченную разработку, связанную с решением модельной или реальной теоретической и (или) прикладной задачи, объем 20-30 страниц	
<b>Всего часов:</b>		<b>16</b>		<b>32</b>	<b>13</b>			

*Примечание 1.* Сокращение в таблице: КР – контрольная работа.

*Примечание 2.* Часы на самостоятельную работу включают время на подготовку к экзамену (контроль).

**Рейтинг – план дисциплины****«Цифровая обработка сигналов»**

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление «Радиофизика», профиль «Цифровые технологии обработки информации»  
курс 3, семестр б

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</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Выполнение лабораторных работ, составление и защита отчетов.	5	3	0	15
2. Устный опрос №1	1	5	0	5
<b>Рубежный контроль</b>				
Коллоквиум	5	2	0	10
<b>Модуль 2. Погрешности ЦОС. Теория ЦОС.</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Устный опрос №2	1	5	0	5
2. Выполнение лабораторных работ, составление и защита отчетов.	5	3	0	15
<b>Рубежный контроль</b>				
Курсовая работа	20	1	0	20
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Участие в студ. конференциях, выставках, олимпиадах				5
2. Публикация статей, получение патентов на изобретения, изготовление стендов				5
<b>Посещаемость</b> (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение лабораторных работ			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен	12 (вопрос билета)	2 вопроса	Макс. 24 б.	<b>30</b>
	3 (доп. вопрос)	2	Макс. 6 б.	