

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 42

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

В.А. Миклуш
(инициалы, фамилия)

(подпись)

«29» января 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровая обработка и передача сигналов»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Информационные системы и технологии
Наименование направленности/ специализации	Информационные технологии в медиаиндустрии
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

29.01.2026
(подпись, дата)

А.В.Аграновский
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 42

«29» января 2026 г, протокол № 05/2025-26

Заведующий кафедрой № 42

д.т.н., доц.
(уч. степень, звание)

29.01.2026
(подпись, дата)

С.В. Мичурин
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

29.01.2026
(подпись, дата)

А.А. Фоменкова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровая обработка и передача сигналов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 09.03.02 «Информационные системы и технологии» направленности/специализации «Информационные технологии в медиаиндустрии». Дисциплина реализуется кафедрой «№42».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-7 «Интернет вещей»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением современных методов и средств обработки и передачи информации на базе специализированных вычислителей и ПК.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (5 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов, способов их надёжной передачи по каналам связи.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-7 Интернет вещей	ПК-7.3.3 знать принципы сбора, обработки и хранения данных ПК-7.У.2 уметь организовать сбор и обработку данных, необходимых для функционирования системы

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Математический анализ»
- «Физика»
- «Электроника и схемотехника»
- «Информационные технологии»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Интернет вещей»,
- «Основы обеспечения качества информационных систем».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	51	51
Аудиторные занятия, всего час.	85	85
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ),		

(час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа , всего (час)	59	59
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Курс. Раб.	Экз., Курс. Раб.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Введение в цифровую обработку сигналов (ЦОС) Тема 1.1. Введение в предмет. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Тема 1.2. Математические основы цифровой обработки сигналов. Тема 1.3. Применение ЦОС в информационных системах.	4		14		12
Раздел 2. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Тема 2.1. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Тема 2.2. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Тема 2.3. Особенности применения АЦП и ЦАП.	6		4		8
Раздел 3. Основы передачи данных и модуляция Тема 3.1. Каналы связи и их модели. Тема 3.2. Модуляция и демодуляция сигналов Тема 3.3. Кодирование источника и канальное кодирование Тема 3.4. Многоканальные системы связи.	6				10
Раздел 4. Анализ сигналов в частотной области Тема 4.1. Преобразование Фурье для цифровых сигналов. Тема 4.2. Быстрое преобразование Фурье (БПФ).	8		4		10
Раздел 5. Линейные стационарные системы и цифровая фильтрация Тема 5.1. Импульсная характеристика и свертка. Тема 5.2. Z-преобразование. Тема 5.3. Синтез и реализация цифровых фильтров.	8		12		14

Раздел 6. Современные методы и стандарты ЦОС Тема 6.1. Многоскоростная обработка сигналов. Тема 6.2. Прикладные аспекты и стандарты.	2				5
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	34		34	17	59
Итого	34	0	34	17	59

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1.	Раздел 1. Введение в цифровую обработку сигналов (ЦОС) Тема 1.1. Введение в предмет. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Предмет и задачи дисциплины. Роль ЦОС в современных информационных системах. Классификация сигналов: непрерывные, дискретные по времени, квантованные по уровню, цифровые. Основные характеристики сигналов: динамический диапазон, спектр, энергия и мощность. Тема 1.2. Математические основы цифровой обработки сигналов. Основные этапы цифровой обработки. Дискретизация сигнала во времени. Спектр дискретного сигнала, эффект наложения спектров. Теорема Котельникова. Квантование по уровню и кодирование. Ошибки квантования, отношение сигнал/шум. Тема 1.3. Применение ЦОС в информационных системах. Обработка речи и звука, анализ временных рядов, телекоммуникации, системы мониторинга, интернет вещей, мультимедиа.
2.	Раздел 2. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование Тема 2.1. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Принцип работы АЦП. Основные типы АЦП и их особенности. Параметры АЦП. Тема 2.2. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Способы формирования аналогового сигнала. Основные разновидности ЦАП. Необходимость сглаживающих фильтров. Тема 2.3. Особенности применения АЦП и ЦАП. Основные параметры АЦП и ЦАП. Шумы квантования. Апертурная погрешность.
3.	Раздел 3. Основы передачи данных и модуляция Тема 3.1. Каналы связи и их модели. Общая модель системы

	<p>передачи данных. Показатели качества систем передачи. Искажения в канале: шум, замирание, межсимвольная интерференция. Пропускная способность канала.</p> <p>Тема 3.2. Модуляция и демодуляция сигналов Назначение модуляции. Модуляция последовательности импульсов. Амплитудная, частотная и фазовая манипуляция. Относительно-фазовая и квадратурная манипуляция. Демодуляция и восстановление исходного цифрового потока из модулированного сигнала.</p> <p>Тема 3.3. Кодирование источника и каналное кодирование</p> <p>Содержание темы: Цель кодирования. Кодирование источника (сжатие без потерь — алгоритмы Хаффмана, арифметическое кодирование; сжатие с потерями — JPEG, MPEG). Помехоустойчивое кодирование: блочные коды (Хэмминга), сверточные коды. Принципы декодирования.</p> <p>Тема 3.4. Многоканальные системы связи. Использование канала связи несколькими источниками. Разделение каналов: частотное, временное, кодовое, волновое, пространственное, гибридное. Использование дискретных ортогональных сигналов.</p>
4.	<p>Раздел 4. Анализ сигналов в частотной области</p> <p>Тема 4.1. Преобразование Фурье для цифровых сигналов. Непрерывное и дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Спектральный анализ периодических и непериодических сигналов. Свойства спектра: симметрия, линейность. Частотная характеристика последовательности. Оконные функции.</p> <p>Тема 4.2. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Алгоритмы быстрого вычисления ДПФ. Вычислительная сложность прямого ДПФ и БПФ. Применение БПФ для фильтрации, корреляционного анализа и оценки спектральной плотности мощности сигнала.</p>
5.	<p>Раздел 5. Линейные стационарные системы и цифровая фильтрация</p> <p>Тема 5.1. Импульсная характеристика и свертка. Определение линейной стационарной системы (ЛСС). Импульсная характеристика. Операция свертки как основной инструмент описания прохождения сигнала через ЛСС. Физический смысл свертки.</p> <p>Тема 5.2. Z-преобразование. Прямое и обратное Z-преобразование. Использование Z-преобразования для анализа систем во временной и частотной областях. Передаточная функция цифровой системы.</p> <p>Тема 5.3. Синтез и реализация цифровых фильтров. Типы фильтров: ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ. Методы синтеза фильтров. Структуры реализации: прямая форма, каноническая форма. Обеспечение точности обработки. Аппаратная и программная реализация на микроконтроллерах и DSP-процессорах.</p>
6.	<p>Раздел 6. Современные методы и стандарты ЦОС</p> <p>Тема 6.1. Многоскоростная обработка сигналов. Изменение частоты дискретизации: децимация (прореживание) и</p>

	<p>интерполяция. Полифазные структуры. Применение в системах кодирования речи и звука.</p> <p>Тема 6.2. Прикладные аспекты и стандарты. Обзор применения ЦОС в телекоммуникациях (стандарты мобильной связи LTE/5G, Wi-Fi), радиолокации, обработке изображений и биомедицине. Перспективы развития аппаратных платформ для задач реального времени.</p>
--	--

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Методы моделирования устройств обработки и передачи сигналов	2	2	1
2	Сигналы и фильтры	4	4	1
3	Применение теоремы Котельникова	4	4	1
4	Непрерывные, дискретные и цифровые сигналы	4	4	1
5	Разностные уравнения	4	4	5
6	Дискретное преобразование Фурье	4	4	4
7	Исследование БИХ-фильтров	4	4	5
8	Расчет цифровых КИХ-фильтров	4	4	5
9	Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование	4	4	2
Всего		34	34	

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Цель курсовой работы: сформировать у обучающихся комплекс теоретических знаний и практических навыков, необходимых для профессиональной работы с цифровыми сигналами в рамках проектирования и эксплуатации информационных систем.

Часов практической подготовки: 17

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	25	25
Курсовое проектирование (КП, КР)	17	17
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	7	7
Всего:	59	59

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
<i>URL адрес</i>	<i>Наименование электронного учебного издания</i>	
https://e.lanbook.com/book/505354 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов / А. Л. Магазинникова. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 132 с.	
https://e.lanbook.com/book/429227 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Никитин, А. В. Цифровые фильтры : учебник / А. В. Никитин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 128 с.	

https://e.lanbook.com/book/446246 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Умняшкин, С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие / С. В. Умняшкин. — 7-е изд. — Москва : Техносфера, 2024. — 552 с.	
https://e.lanbook.com/book/302873 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Буснюк, Н. Н. Системы мобильной связи / Н. Н. Буснюк, Г. И. Мельянец. — 2-е изд., стер. — Санкт- Петербург : Лань, 2023. — 128 с.	
<i>Библиотека ГУАП</i>	<i>Наименование электронного учебного издания</i>	
https://lib.guap.ru/jirbis2/components/ com_irbis/pdf_view/?772522	Зиятдинов С.И., Соколова Ю.В. Проектирование устройств цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. СПб.: ГУАП. 2018. 115 с.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://pro.guap.ru/	Электронная интегрированная образовательная среда ГУАП «Личный кабинет»
https://guap.ru/	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет»
https://e.lanbook.com	ЭБС «Лань»
https://znanium.ru/	ЭБС «Znanium»
https://urait.ru	ЭБС «Юрайт»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Аудитория для проведения лабораторных работ	33-02 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Назовите и кратко охарактеризуйте отличия между непрерывными, дискретными по времени, квантованными по уровню и цифровыми сигналами, приведя по одному примеру для каждого типа.	ПК-7.3.3
2.	Определите и сопоставьте ключевые характеристики сигналов (динамический диапазон, спектр, энергия, мощность), сформулировав для каждой из них физический смысл.	ПК-7.3.3
3.	Классифицируйте предложенные сигналы (например, речь, синусоидальный сигнал с шумом, оцифрованный аудиофрагмент) по типу (непрерывный/дискретный/цифровой) и обоснуйте выбор, опираясь на признаки дискретизации и квантования.	ПК-7.У.2
4.	Рассчитайте динамический диапазон сигнала в децибелах, если даны максимальное и минимальное значения амплитуды; поясните, как этот показатель влияет на выбор разрядности АЦП.	ПК-7.У.2
5.	Сформулируйте теорему Котельникова, указав, какие	ПК-7.3.3

	условия должны соблюдаться для безошибочного восстановления сигнала, и объясните смысл эффекта наложения спектров (алиасинга).	
6.	Дайте определение ошибкам квантования, опишите их природу и укажите, как отношение сигнал/шум (SNR) связано с разрядностью квантования.	ПК-7.3.3
7.	Проанализируйте ситуацию, когда частота дискретизации ниже удвоенной максимальной частоты сигнала, и продемонстрируйте на графике (словесно), как возникает алиасинг; предложите способ устранения проблемы.	ПК-7.У.2
8.	Рассчитайте минимально допустимую частоту дискретизации для заданного спектра сигнала согласно теореме Котельникова и обоснуйте выбор с учётом запаса по частоте	ПК-7.У.2
9.	Разработайте упрощённую схему обработки сигнала для одной из сфер (телекоммуникации/биомедицина/мультимедиа), обозначив этапы от входа до выхода и указав, какие операции ЦОС выполняются на каждом этапе.	ПК-7.У.2
10.	Объясните принцип работы АЦП, выделив этапы выборки, хранения и квантования; назовите три основных типа АЦП (последовательного приближения, параллельные, сигма дельта) и укажите их ключевые особенности.	ПК-7.3.3
11.	Сравните два типа АЦП (например, АЦП последовательного приближения и сигма-дельта АЦП) по критериям быстродействия, точности и стоимости; сделайте вывод о предпочтительной области применения для каждого.	ПК-7.У.2
12.	Опишите способы формирования аналогового сигнала в ЦАП (взвешенные резисторы, R 2R матрица, ШИМ) и выделите преимущества и недостатки каждого.	ПК-7.3.3
13.	Объясните необходимость сглаживающих фильтров на выходе ЦАП, указав, какие искажения они устраняют и как выбирается их частота среза.	ПК-7.3.3
14.	Дайте определения шумам квантования и апертурной погрешности, указав их источники и влияние на точность преобразования.	ПК-7.3.3
15.	Перечислите типы искажений в канале связи (шум, замирание, межсимвольная интерференция), укажите их причины и характерные проявления.	ПК-7.3.3
16.	Рассчитайте пропускную способность канала при заданных полосе пропускания и отношении сигнал/шум, используя формулу Шеннона $C = B \cdot \log_2(1 + S/N)$; интерпретируйте результат с точки зрения предельной скорости передачи.	ПК-7.У.2
17.	Объясните назначение модуляции в системах передачи данных и перечислите основные виды манипуляции, указав, какой параметр несущей изменяется в каждом случае.	ПК-7.3.3
18.	Перечислите методы разделения каналов (FDM, TDM, CDM, WDM, SDMA), пояснив физический принцип	ПК-7.3.3

	каждого и приведя пример применения.	
19.	Постройте временные диаграммы сигнала для 4-PSK при заданной последовательности битов, отобразив изменение фазы на каждом символе.	ПК-7.У.2
20.	Смоделируйте разделение двух пользователей с помощью ортогональных последовательностей, показав, как корреляция позволяет выделить сигнал каждого пользователя на фоне суммы.	ПК-7.У.2
21.	Вычислите ДПФ короткой последовательности (например, 4 точки) вручную, показав промежуточные шаги и интерпретировав результат как спектр.	ПК-7.У.2
22.	Проанализируйте влияние выбора оконной функции на спектр сигнала конечной длительности, сравнив результаты для прямоугольного окна и окна Хэмминга.	ПК-7.У.2
23.	Опишите идею алгоритмов БПФ (разделение по времени/частоте), указав, как они снижают вычислительную сложность по сравнению с прямым ДПФ.	ПК-7.3.3
24.	Объясните физический смысл импульсной характеристики и операции свёртки как способа описания прохождения сигнала через ЛСС.	ПК-7.3.3
25.	Проанализируйте, как форма импульсной характеристики определяет тип фильтра (ФНЧ, ФВЧ), приведя пример и пояснив связь с частотной характеристикой.	ПК-7.У.2
26.	Объясните, как Z-преобразование используется для анализа систем во временной и частотной областях, и дайте определение передаточной функции цифровой системы.	ПК-7.3.3
27.	Перечислите типы цифровых фильтров (ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ) и их основные характеристики (частота среза, неравномерность в полосе пропускания, затухание в полосе задерживания).	ПК-7.3.3
28.	Опишите методы синтеза фильтров (окна, частотная выборка, билинейное преобразование) и укажите, для каких задач предпочтителен каждый.	ПК-7.3.3
29.	Сравните структуры реализации фильтров (прямая, каноническая), выделив различия по числу умножителей и задержкам.	ПК-7.3.3
30.	Объясните понятия децимации (прореживания) и интерполяции, указав этапы фильтрации и изменения частоты дискретизации.	ПК-7.3.3

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой
-------	---

	работы
1	Расчет цифрового ФНЧ в соответствии с вариантом задания
2	Расчет цифрового ФВЧ в соответствии с вариантом задания
3	Расчет цифрового полосового фильтра в соответствии с вариантом задания
4	Расчет цифрового заграждающего фильтра в соответствии с вариантом задания

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Не предусмотрено	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;

– научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

– получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- обобщение изложенного материала;
- ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков практической реализации полученных знаний.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание представлено в ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения» (<https://pro.guap.ru/>). Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, подробное изложение теоретических положений, используемых при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и конкретные выводы по результатам выполненной работы, список использованных источников.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с образцом, представленным на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе нормативной документации для учебного процесса. Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с нормативными требованиями ГУАП (www.guap.ru), изложенными в разделе нормативной документации для учебного процесса.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся ознакомиться с особенностями практической реализации цифровых фильтров с заданными характеристиками.

Задание по курсовой работе

Задание представлено в ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения» (<https://pro.guap.ru/>). Вариант задания обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы.

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Пояснительная записка к курсовой работе должна включать титульный лист, содержание, перечень условных обозначений, введение, содержательную часть, заключение и список использованной литературы. Содержательная часть пояснительной записки структурируется в виде разделов с подразделами.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Титульный лист оформляется в соответствии с образцом, представленным на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе нормативной документации для учебного процесса. Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с нормативными требованиями ГУАП (www.guap.ru), изложенными в разделе нормативной документации для учебного процесса.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;

Текущий контроль успеваемости осуществляется с учетом своевременности, полноты и качества выполнения лабораторных работ, соответствия оформления отчетов нормативным требованиям ГУАП, правильности ответов на контрольные вопросы, а также активности на лекционных занятиях.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации наравне с ответами на вопросы, поскольку отражают

сформированность перечисленных в таблице 1 компетенций с точки зрения приобретенных умений и навыков.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценки уровня сформированности компетенций по 5-балльной шкале представлены в таблице 14.

Для получения допуска к прохождению промежуточной аттестации обучающийся должен выполнить, выложить отчеты в личный кабинет и успешно защитить предусмотренные рабочей программой дисциплины лабораторные работы. Допуск к прохождению промежуточной аттестации предоставляется, если все отчеты в личном кабинете приняты преподавателем.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой