

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

«Аппаратные средства передачи информации»
(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 «Аппаратные средства передачи информации» 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 исследованием и проектированием современных средств сбора и передачи информации.

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 дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области аппаратных средств передачи информации, решение практических задач по построению и исследованию компонентов информационных систем и аппаратно-программных комплексов, предоставление возможности обучающимся развить и продемонстрировать навыки в области моделирования сигналов и процессов в информационных системах, а также устройств сбора, передачи, обработки и отображения информации.

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-7.3.2 знать принципы функционирования датчиков и исполнительных устройств и технологии организации взаимодействий между связанными устройствами ПК-7.3.3 знать принципы сбора, обработки и хранения данных ПК-7.У.1 уметь обеспечить связь между устройствами и платформой Интернета вещей 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	Трудовоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудовоемкость дисциплины, 3Э/ (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. Физические основы передачи информации и сигналы в каналах связи Тема 1.1. Общие принципы передачи информации, модели и характеристики каналов Тема 1.2. Сигналы в каналах связи. Тема 1.3. Физические среды передачи данных. Тема 1.4. Дискретизация, квантование и их аппаратные ограничения.	6		10		12
Раздел 2. Аппаратные преобразователи сигналов в трактах передачи данных Тема 2.1. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) в системах передачи данных. Тема 2.2. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) и формирование аналоговых сигналов. Тема 2.3. Интеграция АЦП/ЦАП в аппаратные комплексы.	6		8		8

Раздел 3. Аппаратные средства организации каналов связи и модуляции Тема 3.1. Модели каналов связи и показатели качества передачи. Тема 3.2. Модуляция и демодуляция: схемы и аппаратная реализация. Тема 3.3. Кодирование и помехоустойчивое построение тракта. Тема 3.4. Многоканальные системы и разделение ресурсов.	6				10
Раздел 4. Спектральный анализ сигналов. Тема 4.1. Преобразование Фурье и спектральный анализ в задачах передачи. Тема 4.2. Быстрое преобразование Фурье (БПФ) и его аппаратная поддержка.	6		4		10
Раздел 5. Цифровые фильтры и аппаратные платформы Тема 5.1. Импульсная характеристика и свёртка в аппаратных трактах. Тема 5.2. Z-преобразование и анализ цифровых систем. Тема 5.3. Синтез и аппаратная реализация цифровых фильтров.	8		12		14
Раздел 6. Современные аппаратные решения и стандарты в области передачи информации Тема 6.1. Многоскоростная обработка и синхронизация в аппаратуре. Тема 6.2. Стандарты и аппаратные платформы физического уровня.	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. Физические основы передачи информации и сигналы в каналах связи Тема 1.1. Общие принципы передачи информации, модели и характеристики каналов Исторический обзор развития технологий передачи данных от телеграфа до современных оптоволоконных линий. Базовые понятия (сигнал, канал, линия связи, пропускная способность, задержка, джиттер, потери). Модель передачи

	<p>данных (источник - кодирование - канал - декодирование - получатель). Классификация каналов (симплексные, полудуплексные, дуплексные), аналоговая и цифровая передача. Примеры применения в современных сетях.</p> <p>Тема 1.2. Сигналы в каналах связи.</p> <p>Роль аппаратных средств в обеспечении достоверности и скорости передачи. Классификация сигналов применительно к линиям связи: аналоговые/цифровые, узкополосные/широкополосные. Ключевые характеристики сигналов применительно к выбору аппаратных интерфейсов и каналов: динамический диапазон, спектр, энергия. Связь характеристик сигнала с возможностями канала.</p> <p>Тема 1.3. Физические среды передачи данных.</p> <p>Проводные среды: витая, коаксиальный кабель, оптоволоконные линии. Понятие импеданса, согласование линий, терминаторы. Беспроводные среды: диапазоны волн, распространение сигнала (отражение, дифракция, затухание). Сравнительный анализ сред по помехоустойчивости, дальности, стоимости и сложности монтажа.</p> <p>Тема 1.4. Дискретизация, квантование и их аппаратные ограничения.</p> <p>Теорема Котельникова и её практическое значение для выбора частоты дискретизации в системах передачи. Эффект наложения спектров (алиасинг) и роль антиалиасинговых фильтров. Квантование по уровню, ошибки квантования, отношение сигнал/шум квантования.</p>
2.	<p>Раздел 2. Аппаратные преобразователи сигналов в трактах передачи данных</p> <p>Тема 2.1. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) в системах передачи данных.</p> <p>Принцип работы АЦП в составе информационных систем: выборка, хранение, преобразование; взаимодействие с тактовыми генераторами и шинами данных. Основные типы АЦП и их применение в зависимости от требований к скорости и точности. Ключевые параметры АЦП для задач передачи данных. Выбор АЦП под задачи телекоммуникаций</p> <p>Тема 2.2. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) и формирование аналоговых сигналов.</p> <p>Способы формирования аналогового сигнала на выходе цифровых систем. Основные разновидности ЦАП и их применимость в задачах. Требования к ЦАП в системах связи. Необходимость сглаживающих (реконструкционных) фильтров.</p> <p>Тема 2.3. Интеграция АЦП/ЦАП в аппаратные комплексы.</p> <p>Сопоставление ключевых параметров АЦП и ЦАП применительно к сквозному тракту передачи данных. Источники шумов и искажений: шумы квантования, тепловой шум, помехи по питанию, наводки; методы минимизации на уровне схемотехники. Апертурная погрешность и джиттер; влияние на спектральные</p>

	<p>характеристики и ошибки. Практические рекомендации по выбору преобразователей. Типовые микросхемы и их параметры.</p>
3.	<p>Раздел 3. Аппаратные средства организации каналов связи и модуляции</p> <p>Тема 3.1. Модели каналов связи и показатели качества передачи.</p> <p>Общая модель системы передачи данных с выделением аппаратных блоков (передатчик, среда, приёмник).</p> <p>Показатели качества. Искажения в канале: аддитивный шум, замирания, межсимвольная интерференция. Пропускная способность канала и её связь с полосой и отношением сигнал/шум</p> <p>Тема 3.2. Модуляция и демодуляция: схемы и аппаратная реализация.</p> <p>Назначение модуляции в задачах эффективного использования канала и помехоустойчивости. Базовые виды модуляции. Модуляция последовательности импульсов и её аппаратная поддержка. Демодуляция и восстановление цифрового потока. Схемы модуляторов/демодуляторов: смесители, фазовые детекторы, петли ФАПЧ.</p> <p>Тема 3.3. Кодирование и помехоустойчивое построение тракта.</p> <p>Цель кодирования в контексте надёжности и эффективности передачи. Кодирование источника (сжатие) для снижения нагрузки на канал. Сжатие с потерями (JPEG, MPEG) и требования к задержкам и пропускной способности.</p> <p>Помехоустойчивое кодирование. Аппаратная реализация кодеров/декодеров: регистры сдвига, полиномиальная арифметика. Понятие избыточности.</p> <p>Тема 3.4. Многоканальные системы и разделение ресурсов.</p> <p>Использование канала связи несколькими источниками. Принципы разделения. Аппаратные решения для разделения/объединения каналов: фильтры, мультиплексоры, коммутаторы, радиочастотные тракты. Синхронизация и управление доступом к среде на физическом уровне. Примеры реализации в Ethernet, Wi-Fi, сотовых сетях, оптических линиях.</p>
4.	<p>Раздел 4. Спектральный анализ сигналов.</p> <p>Тема 4.1. Преобразование Фурье и спектральный анализ в задачах передачи.</p> <p>Непрерывное и дискретное преобразование Фурье (ДПФ) как инструмент анализа спектра сигналов в реальном времени. Спектральный анализ периодических и непериодических сигналов. Свойства спектра применительно к задачам связи: симметрия, линейность, разрешение по частоте. Оконные функции и их влияние на спектральные измерения.</p> <p>Тема 4.2. Быстрое преобразование Фурье (БПФ) и его аппаратная поддержка.</p> <p>Алгоритмы БПФ и вычислительная сложность. Аппаратные</p>

	ускорители БПФ: специализированные DSP, FPGA, IP-блоки. Применение БПФ в системах связи. Примеры реализаций и типовые параметры (длина БПФ, точность).
5.	<p>Раздел 5. Цифровые фильтры и аппаратные платформы</p> <p>Тема 5.1. Импульсная характеристика и свёртка в аппаратных трактах.</p> <p>Импульсная характеристика и свёртка как математическая модель прохождения сигнала через линейную стационарную систему. Физический смысл свёртки. Реализация свёртки: прямая форма, секционированная свёртка для длинных откликов. Аппаратные решения для реализации свёртки.</p> <p>Тема 5.2. Z-преобразование и анализ цифровых систем. Z-преобразование как инструмент описания дискретных систем. Передаточная функция цифрового фильтра и её связь с разностным уравнением. Устойчивость и расположение полюсов. Частотная характеристика и проектирование фильтров по требованиям к АЧХ/ФЧХ.</p> <p>Тема 5.3. Синтез и аппаратная реализация цифровых фильтров.</p> <p>Типы фильтров в системах связи: ФНЧ, ФВЧ, полосовые, режекторные; их назначение (антиалиасинговые, реконструкционные, эквалайзеры). Методы синтеза фильтров с учётом аппаратных ограничений. Структуры реализации: прямая, каноническая форма, каскадные звенья; выбор структуры по устойчивости и чувствительности к ошибкам квантования. Обеспечение точности обработки: разрядность коэффициентов, масштабирование, защита от переполнения. Аппаратная и программная реализация на микроконтроллерах, DSP-процессорах и ПЛИС.</p>
6.	<p>Раздел 6. Современные аппаратные решения и стандарты в области передачи информации</p> <p>Тема 6.1. Многоскоростная обработка и синхронизация в аппаратуре.</p> <p>Изменение частоты дискретизации: децимация и интерполяция, роль полифазных структур. Синхронизация тактовых частот и компенсация джиттера. Аппаратные решения. Применение в системах кодирования речи/звука и высокоскоростных интерфейсах.</p> <p>Тема 6.2. Стандарты и аппаратные платформы физического уровня.</p> <p>Обзор ключевых стандартов и их аппаратных особенностей: Ethernet (10/100/1G), Wi-Fi (802.11), Bluetooth, LTE/5G. Типовые блоки приёмопередатчиков: смесители, усилители, АЦП/ЦАП, эквалайзеры, синхронизаторы. Перспективы: высокоскоростные последовательные интерфейсы, оптическая передача, интегрированные трансиверы. Выбор аппаратной платформы под задачу.</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 аппаратных средств передачи информации	2	2	1
2	Временные и частотные характеристики сигналов	4	4	1
3	Восстановление непрерывных сигналов по дискретным измерениям	4	4	1
4	Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи	4	4	2
5	Непрерывные, дискретные и цифровые сигналы в средствах передачи информации	4	4	2
6	Дискретное преобразование Фурье	4	4	4
7	Применение z-преобразований	4	4	5
8	Расчет цифровых нерекурсивных фильтров	4	4	5
9	Расчет цифровых рекурсивных фильтров	4	4	5
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 в области передачи информации 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)
URL адрес	Наименование электронного учебного издания	
https://e.lanbook.com/book/505354 Режим доступа: для авторизованных пользователей.	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 Режим доступа: для авторизованных пользователей.	Никитин, А. В. Цифровые фильтры : учебник / А. В. Никитин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 128 с.	
https://e.lanbook.com/book/446246 Режим доступа: для авторизованных пользователей.	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/515258 Режим доступа: для авторизованных пользователей.	Жматов, Д. В. Технологические основы интернета вещей : учебник / Д. В. Жматов, А. С. Леонтьев. — Москва : РТУ МИРЭА, 2025. — 100 с.	
https://e.lanbook.com/book/302873	Буснюк, Н. Н. Системы	

Режим доступа: для авторизованных пользователей.	мобильной связи / Н. Н. Буснюк, Г. И. Мельянец. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 128 с.	
Библиотека ГУАП	Наименование электронного учебного издания	
https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?709687	Зиятдинов С.И. Аппаратные средства передачи информации. Учебное пособие. СПб.: ГУАП. 2019. 91 с.	
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 таблице 12.

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**.
«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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– 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 охарактеризуйте типы каналов по направлению передачи (симплексные, полудуплексные, дуплексные); приведите по одному типичному примеру применения каждого типа в современных сетях.	ПК-7.3.2
2	Сопоставьте аналоговую и цифровую передачу данных, выделив ключевые различия по критериям помехоустойчивости, простоты аппаратной реализации и пригодности для интеграции с вычислительными системами; сделайте вывод, почему в современных магистральных линиях преобладает цифровой подход.	ПК-7.У.2
3	Установите связь между характеристиками сигнала и возможностями канала, показав на конкретном расчёте (в общем виде), как ширина спектра сигнала ограничивает максимальную скорость передачи при заданной полосе пропускания канала.	ПК-7.У.2
4	Объясните роль аппаратных средств в обеспечении достоверности и скорости передачи, перечислив не менее трёх конкретных типов устройств/элементов (усилители, эквалайзеры, регенераторы и т. П.) И кратко описав их функцию.	ПК-7.3.2
5	Опишите проводные среды передачи (витая пара, коаксиальный кабель, оптоволоконные линии), указав для каждой из них типичные диапазоны частот/скоростей,	ПК-7.3.2

	основные преимущества и ограничения.	
6	Перечислите основные диапазоны волн, используемые в беспроводных средах, и сопоставьте механизмы распространения сигнала (отражение, дифракция, затухание), указав, в каких сценариях каждый из них доминирует.	ПК-7.3.2
7	Проведите сравнительный анализ сред передачи (проводные и беспроводные) по критериям помехоустойчивости, дальности, стоимости и сложности монтажа; оформите результат в виде краткой таблицы и сделайте вывод о целесообразности выбора той или иной среды для трёх типовых задач (домашняя локальная сеть, магистральный канал между городами, беспроводная сенсорная сеть на производстве).	ПК-7.У.1
8	Сформулируйте теорему Котельникова и объясните её практическое значение для выбора частоты дискретизации в системах передачи; укажите, к каким последствиям приводит нарушение условия теоремы	ПК-7.3.3
9	Опишите эффект наложения спектров (алиасинг) и роль антиалиасинговых фильтров; продемонстрируйте на простом примере, как правильно подобрать частоту среза фильтра относительно частоты дискретизации.	ПК-7.У.2
10	Раскройте суть квантования по уровню, перечислите источники ошибок квантования и объясните, как они влияют на отношение сигнал/шум квантования.	ПК-7.3.3
11	Рассчитайте ориентировочное отношение сигнал/шум квантования для АЦП с заданной разрядностью (например, 8 или 12 бит) и поясните, как этот параметр влияет на выбор преобразователя в задачах телекоммуникаций.	ПК-7.У.1
12	Перечислите основные типы АЦП (последовательного приближения, сигма-дельта, параллельные и др.) И укажите, для каких задач каждый из них наиболее применим (высокая скорость, высокая точность, низкая стоимость и т. П.).	ПК-7.3.3
13	Выделите ключевые параметры АЦП для задач передачи данных (разрядность, частота дискретизации, SNR, SFDR, апертурная погрешность) и объясните, как они определяют пригодность преобразователя для конкретного приложения (например, оцифровка голосового канала).	ПК-7.У.2
14	Выберите АЦП под заданную задачу телекоммуникаций (например, передача широкополосного сигнала с полосой 5 мГц и требованием сигнал/шум не ниже 60 дБ), обоснуйте выбор по ключевым параметрам и укажите возможные компромиссы.	ПК-7.У.1
15	Перечислите основные способы формирования аналогового сигнала на выходе цифровых систем (взвешенные резисторы, R-2R, сигма-дельта) и кратко охарактеризуйте их особенности.	ПК-7.3.3
16	Сформулируйте требования к ЦАП в системах связи	ПК-7.У.2

	(линейность, скорость нарастания, динамический диапазон) и покажите, как эти требования соотносятся с параметрами выходного аналогового сигнала (амплитуда, частота, форма).	
17	Перечислите основные источники шумов и искажений в тракте (шумы квантования, тепловой шум, помехи по питанию, наводки) и укажите по одному методу минимизации для каждого из них на уровне схемотехники.	ПК-7.3.2
18	Перечислите показатели качества канала связи и дайте краткое определение каждому из них.	ПК-7.3.2
19	Опишите основные виды искажений в канале (аддитивный шум, замирания, межсимвольная интерференция) и укажите, какие аппаратные решения помогают с ними бороться (эквалайзеры, разнесённый приём, коды коррекции ошибок).	ПК-7.3.2
20	Выведите или поясните связь пропускной способности канала с полосой и отношением сигнал/шум (формула Шеннона); продемонстрируйте на примере, как изменение отношения сигнал/шум влияет на максимально достижимую скорость при фиксированной полосе.	ПК-7.У.1
21	Объясните назначение модуляции в задачах эффективного использования канала и помехоустойчивости; перечислите базовые виды модуляции и укажите для каждого область типичного применения.	ПК-7.3.2
22	Опишите принципы модуляции последовательности импульсов и назовите аппаратные узлы, которые её поддерживают (компараторы, формирователи импульсов, ключи).	ПК-7.3.3
23	Объясните цель кодирования в контексте надёжности и эффективности передачи, разграничив кодирование источника (сжатие) и помехоустойчивое кодирование	ПК-7.3.3
24	Опишите базовые принципы помехоустойчивого кодирования и назовите три распространённых кода	ПК-7.3.3
25	Перечислите принципы разделения каналов (FDM, TDM, CDM, SDMA) и кратко поясните суть каждого.	ПК-7.3.2
26	Опишите аппаратные решения для разделения/объединения каналов (фильтры, мультиплексоры, коммутаторы, радиочастотные тракты) и покажите на примере одной технологии (например, Ethernet или Wi-Fi), как реализуется управление доступом к среде на физическом уровне.	ПК-7.У.1
27	Опишите особенности спектрального анализа периодических и непериодических сигналов, выделив различия в форме спектра и интерпретации результатов	ПК-7.3.3
28	Проанализируйте влияние оконных функций на спектральные измерения (утечка спектра, разрешение), сравнив два распространённых окна (прямоугольное, Ханна) на примере тестового сигнала.	ПК-7.У.2
29	Опишите алгоритмы БПФ и поясните, как они снижают вычислительную сложность по сравнению с прямым	ПК-7.3.3

	ДПФ.	
30	Оцените требования к аппаратной платформе для реализации БПФ заданной длины (например, 1024 или 4096 точек) с учётом разрядности данных и частоты поступления отсчётов; предложите вариант реализации на сигнальном процессоре.	ПК-7.У.2
31	Дайте определение импульсной характеристики и свёртки как математической модели прохождения сигнала через линейную стационарную систему; поясните физический смысл свёртки.	ПК-7.3.3
32	Составьте выражение свёртки для простого КИХ-фильтра с заданными коэффициентами и покажите, как оно реализуется в аппаратуре (регистры задержки, умножители, сумматоры)	ПК-7.У.2
33	Объясните назначение Z-преобразования как инструмента описания дискретных систем; запишите связь между Z-преобразованием и разностным уравнением.	ПК-7.3.3
34	Определите передаточную функцию цифрового фильтра и поясните её связь с разностным уравнением; приведите пример передаточной функции для простого фильтра 1-го порядка.	ПК-7.3.3
35	Постройте частотную характеристику фильтра по его передаточной функции, выделив области пропускания и подавления; соотнесите форму АЧХ/ФЧХ с требованиями к фильтру (например, антиалиасинговый или эквалайзер).	ПК-7.У.2
36	Перечислите типы фильтров, применяемых в системах связи (ФНЧ, ФВЧ, полосовые, режекторные), и укажите назначение каждого из них (антиалиасинговые, реконструкционные, эквалайзеры).	ПК-7.3.3
37	Синтезируйте простой цифровой фильтр (например, ФНЧ) по заданным требованиям к АЧХ (частота среза, уровень подавления, переходная полоса), выбрав метод синтеза и обосновав выбор.	ПК-7.У.2
38	Опишите структуры реализации фильтров (прямая, каноническая, каскадные звенья) и укажите преимущества/недостатки каждой с точки зрения устойчивости и чувствительности к ошибкам квантования.	знатъ
39	Объясните суть децимации и интерполяции как методов изменения частоты дискретизации; опишите роль полифазных структур в эффективной реализации этих операций.	ПК-7.3.3
40	Опишите ключевые аппаратные особенности стандартов Ethernet, Wi-Fi (802.11), Bluetooth, LTE/5G.	ПК-7.3.2

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	Синтез и практическая реализация цифрового фильтра с заданной частотной характеристикой 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 аппаратных средств передачи информации.

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