

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

Кафедра № 42

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Мичурин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«07» июня 2023 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	Информационные технологии в медиаиндустрии
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

 06.06.2023
(подпись, дата)

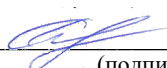
А.В.Аграновский
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 42

«07» июня 2023 г, протокол № 9/2022-2023

Заведующий кафедрой № 42


д.т.н., доц.
(уч. степень, звание)

 07.06.2023
(подпись, дата)

С.В. Мичурин
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 09.03.02(04)

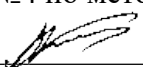
старший преподаватель
(должность, уч. степень, звание)

 07.06.2023
(подпись, дата)

В.А. Миклуш
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

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

 07.06.2023
(подпись, дата)

А.А. Ключарев
(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 «Информационные технологии в медиаиндустрии». Дисциплина реализуется кафедрой «№42».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-10 «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.

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

Целями преподавания дисциплины являются получение студентами навыков системного анализа предметной области, выбора исходных данных для проектирования с использованием базовых и прикладных информационных технологий, разработки математических, алгоритмических, программных и технических средств реализации цифровых устройств обработки и передачи информации, ознакомление с методами сбора, анализа и передачи научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике цифровых исследований, получение навыков постановки и проведения экспериментальных исследований.

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-10 Интернет вещей	ПК-10.3.3 знать принципы сбора, обработки и хранения данных ПК-10.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:

- Информатика,
- Теория вероятностей и математическая статистика,
- Вычислительная математика,
- Информационные технологии,
- Моделирование систем.

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

- Надежность информационных систем,
- Аппаратные средства передачи информации.

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.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

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 (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1 – Цели и содержание дисциплины Тема 1.1 – Терминология и основные определения Тема 1.2 - Основные задачи математической статистики	2				
Раздел 2 – Дискретные линейные системы Тема 2.1 – Описание линейных систем во времени Тема 2.2 – Спектральные характеристики дискретных линейных систем	4				10
Раздел 3 – Генераторы псевдослучайных последовательностей Тема 3.1 – модели шума Тема 3.2 – Уравнения генераторов полубесконечных и конечных реализаций стационарных гауссовых последовательностей Тема 3.3- КИХ – и БИХ – формирующие фильтры Тема 3.4- Генерирование множества реализаций Тема 3.5 - Генерирование условных реализаций	6		16		10
Раздел 4 – Дискретные аналоги решений классических задач математической статистики Тема 4.1 – Дискретная согласованная фильтрация Тема 4.2 – Оценивание энергетических параметров цифровых сигналов Тема 4.3 – Оценивание временных параметров импульсного сигнала Тема 4.4 – Линейная фильтрация цифрового сигнала Тема 4.5 – Метод наименьших квадратов Тема 4.6 – Статистическая регрессия	6		4		14
Раздел 5 – Специальные фильтры Тема 5.1 – Типы фильтров Тема 5.2 - Фильтры - прототипы Тема 5.3 – Ортогональность весовых функций полосовых фильтров	4		4		5

Раздел 6 – Многоканальные системы связи Тема 6.1- Способы разделения каналов Тема 6.2 – Дискретные ортогональные сигналы Тема 6.3 – Помехоустойчивость многоканальных систем	6		4		10
Раздел 7 – Цифровые методы передачи сигналов Тема 7.1 – Аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразования Тема 7.2 – Цифровые методы разделения каналов Тема 7.3 – Форматы сигналов Тема 7.4 – Квантование и восстановление сигналов. Тема 7.5 – Методы передачи цифровых данных. Сжатие сигналов.	6		6		10
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	<p>Раздел 1. Цели и содержание дисциплины</p> <p><i>Тема 1.1 – Терминология и основные определения</i> Определения импульсного сигнала непрерывного и дискретного времени, цифрового моделирования систем. Теорема Котельникова.. Генераторы сигналов. Генераторы шума. Статистический характер результатов моделирования. Методы контроля результатов.</p> <p><i>Тема 1.2 - Основные задачи математической статистики</i> Теория вероятностей и математическая статистика. Проверка статистических гипотез. Оценивание параметров распределений. Линейная фильтрация. Математическая статистика и статистическая радиотехника. Основные задачи математической статистики и основные классы моделей информационных систем.</p>
2	<p>Раздел 2. Дискретные линейные системы</p> <p><i>Тема 2.1 – Описание линейных систем во времени</i> Весовая функция линейной системы. Уравнение свёртки. Тест – сигналы. Переходная характеристика линейной системы. Инерционность линейной системы. Дискретные линейные системы. Дискретная свёртка. Оператор дискретной линейной системы. MATLAB – средства моделирования линейных систем во времени.</p> <p><i>Тема 2.2 – Спектральные характеристики дискретных линейных систем</i> Преобразование Лапласа. Передаточная функция линейной системы. MATLAB–средства расчёта передаточных функций. Преобразование Фурье. Частотные характеристики линейной системы. Дискретное преобразование Лапласа. Частота Найквиста. z – преобразование. Дискретное преобразование Фурье. Матрица дискретного преобразования. Быстрое преобразование Фурье. Дискретные частотные характеристики линейной системы.</p>

3	<p>Раздел 3. Генераторы псевдослучайных последовательностей <i>Тема 3.1 – Модели шума</i> Тепловой шум. Другие источники шума. Законы распределения мгновенного значения шума. Случайные процессы. Функция корреляции. Стационарные случайные процессы. Основная модель шума. Дискретизация во времени. Случайные последовательности. Многомерное нормальное распределение. Корреляционная матрица. <i>Тема 3.2 – Уравнения генераторов полубесконечных и конечных реализаций стационарных гауссовых последовательностей</i> Функция корреляции белого шума на выходе линейной системы. Интегральное уравнение генератора стационарного полубесконечного процесса. Линейная фильтрация. Сингулярное разложение корреляционной матрицы. Векторные уравнения генератора множества реализаций окрашенного шума. <i>Тема 3.3- КИХ – и БИХ – формирующие фильтры</i> Весовые функции фильтров, формирующих стационарные полубесконечные последовательности с заданными спектрально – корреляционными свойствами. Скользящее суммирование. Связь коэффициентов разностного уравнения со значениями дискретной весовой функции. Рекуррентный алгоритм генерирования. <i>Тема 3.4- Генерирование множества реализаций</i> Множественность решений векторного уравнения генерирования. Генерирование стационарных и нестационарных последовательностей. Методические и инструментальные погрешности генераторов множества реализаций. <i>Тема 3.5 - Генерирование условных реализаций</i> Корреляционная матрица условной гауссовой последовательности. Генераторы траекторий, начинающихся или заканчивающихся в заданных точках. Генераторы траекторий, начинающихся и заканчивающихся в заданных точках.</p>
4	<p>Раздел 4. Дискретные аналоги решений классических задач математической статистики <i>Тема 4.1 – Дискретная согласованная фильтрация</i> Задача проверки гипотез в информационных системах. Бинарные гипотезы. Неоднородное интегральное уравнение Фредгольма. Согласованная фильтрация. Дискретная согласованная фильтрация. Вероятности ошибок. Рабочая характеристика. <i>Тема 4.2 - Оценивание энергетических параметров цифровых сигналов</i> Оценивание максимального правдоподобия. Свойства МП – оценок. МП – оценка амплитуды сигнала. Дисперсия оценки амплитуды. Эффективное оценивание амплитуды импульсного сигнала. <i>Тема 4.3 – Оценивание временных параметров импульсного сигнала</i> Временное дискриминирование. Временная фиксация. Пересечение случайного процесса с неслучайным уровнем. Приближённое оценивание времени первого пересечения. Плотность распределения оценки времени прихода импульсного сигнала. Плотность распределения оценки длительности импульсного сигнала. <i>Тема 4.4 –Линейная фильтрация цифрового сигнала</i> Фильтрация, интерполяция, экстраполяция. Дискретный аналог уравнения Винера – Хопфа. Вектор корреляционной связи в задачах линейной фильтрации. Дисперсия ошибок фильтрации. <i>Тема 4.5 – Метод наименьших квадратов</i> Линейная регрессия. Матрица плана. Оценивание коэффициентов регрессии. Метод наименьших квадратов. Остаточная дисперсия. Нормальная регрессия. <i>Тема 4.6 – Статистическая регрессия</i></p>

	<p>Прогнозирование в информационных системах. Статистический прогноз. Оптимальные предикторы. Корреляционное отношение. Линейные функции регрессии. Прогнозирование в теории линейной фильтрации. Предикторная интерпретация вектора взаимокорреляционной связи в задаче экстраполяции.</p>
5	<p>Раздел 5. Специальные фильтры <i>Тема 5.1 – Типы фильтров</i> ФНЧ, ФВЧ, полосовые, режекторные фильтры. Фильтры Баттерворта, Чебышева, эллиптические. Частотные характеристики типовых фильтров. Расчёт весовых функций типовых фильтров. <i>Тема 5.2 - Фильтры - прототипы</i> Изменение частоты среза фильтра – прототипа. Преобразования ФНЧ в ФВЧ, полосовой и режекторный фильтры. <i>Тема 5.3 – Ортогональность весовых функций полосовых фильтров</i> Ортогональность весовых функций полосовых фильтров с непересекающимися частотными характеристиками. Псевдоортогональность весовых функций полосовых фильтров с пересекающимися частотными характеристиками. Принципы разделения каналов. Перекрёстные искажения.</p>
6	<p>Раздел 6. Многоканальные системы связи <i>Тема 6.1- Способы разделения каналов</i> Временное, частотное разделение и разделение по форме сигналов. Частотное разделение каналов. Поднесущие частоты. Перекрёстные искажения. Ортонормированные сигналы. Многоканальные системы с ортонормированными сигналами. Декодирование сигналов в цифровых многоканальных системах. <i>Тема 6.2–Дискретные ортогональные сигналы</i> Ортогонализация процедурой Грамма – Шмидта. Дискретные полиномы Чебышева. Дискретные псевдоортогональные сигналы. <i>Тема 6.3–Помехоустойчивость многоканальных систем</i> Оптимальное декодирование сигналов. Погрешности декодирования сигналов в цифровых многоканальных системах. Зависимость вероятностей ошибок от базы сигналов. <i>Тема 7.5 – Методы передачи цифровых данных. Сжатие сигналов.</i></p>
7	<p>Раздел 7 – Цифровые методы передачи сигналов <i>Тема 7.1 – Аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразования.</i> Последовательные АЦП, АЦП параллельного типа. Подключение АЦП и ЦАП к специализированному вычислителю. <i>Тема 7.2 –Цифровые методы разделения каналов. Сложные сигналы. Кодирование сигналов.</i> <i>Тема 7.3 –Форматы сигналов. Спектры и корреляционные свойства сигналов.</i> <i>Тема 7.4 – Квантование и восстановление сигналов. Теорема отсчетов.</i></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	Моделирование случайного сигнала с использованием разностного уравнения	4	4	3
2	Моделирование случайного сигнала с использованием импульсной характеристики	4	4	3
3	Моделирование случайного сигнала с использованием скользящего суммирования	4	4	3
4	Генератор векторных реализаций дискретного шума	4	4	3
5	Обнаружение импульсного сигнала	4	4	4
6	Исследование ЦАП	4	4	5
7	Исследование АЦП	4	4	6
8	Кодовое разделение каналов	4	4	7
9	Цифровые сигналы	2	2	7
Всего		34		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсовой работы: получение студентами навыков системного анализа предметной области, выбора исходных данных для проектирования с использованием базовых и прикладных информационных технологий, разработки математических, алгоритмических, программных и технических средств реализации цифровых устройств обработки и передачи информации.

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. 7-11.

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)
621.391 В 75	Воробьев, С. Н. Цифровая обработка сигналов : учебник для ВПО / С. Н. Воробьев. - М. : Академия, 2013. - 320 с.	16
004.8 С60	Солонина А.И., Арбузов С.М. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB. – СПб.: БХВ – Петербург, 2008. – 814 с.	20
004.773. 3-59	Зиатдинов С.И. Аппаратные средства передачи информации. Учебное пособие. СПб.: ГУАП. 2019. 91 с.	50
004.9. 3-57.	Зиатдинов С.И., Соколова Ю.В. Проектирование устройств цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. СПб.: ГУАП. 2018. 115 с.	50
http://e.lanbook.com/book/64979	Гадзиковский, В.И. Цифровая обработка сигналов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : СОЛОН-Пресс, 2013. — 766 с.	
https://e.lanbook.com/book/176119	Афанасьев, А. А. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. А. Афанасьев, А. А. Рыболовлев, А. П. Рыжков. — Москва : Горячая линия-	

	Телеком, 2019. — 356 с.	
https://e.lanbook.com/book/202121	Умняшкин, С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие / С. В. Умняшкин. — 6-е изд. — Москва : Техносфера, 2021. — 550 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

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	Вычислительная лаборатория	

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; Тесты.
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»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.

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	Определения импульсного сигнала непрерывного и дискретного времени, цифрового моделирования систем. Теорема Котельникова.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
2	Генераторы шума. Статистический характер результатов моделирования. Методы контроля результатов.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
3	Проверка статистических гипотез. Оценивание параметров распределений.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
4	Линейная фильтрация.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
5	Весовая функция линейной системы. Уравнение свёртки. Тест – сигналы. Переходная характеристика линейной системы	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
6	Переходная характеристика линейной системы. Инерционность линейной системы.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
7	Дискретные линейные системы. Дискретная свёртка. Оператор дискретной линейной системы.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
8	Преобразование Лапласа. Передаточная функция линейной системы.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
9	Преобразование Фурье. Частотные характеристики линейной системы.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
10	Дискретное преобразование Лапласа. Частота Найквиста. z – преобразование. Дискретное преобразование Фурье.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
11	Быстрое преобразование Фурье. Дискретные частотные характеристики линейной системы.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
12	Тепловой шум. Другие источники шума. Законы распределения мгновенного значения шума.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
13	Случайные процессы. Функция корреляции. Стационарные случайные процессы. Основная модель шума. Дискретизация во времени.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
14	Функция корреляции белого шума на выходе линейной системы.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
15	Разностное уравнение. Сингулярное разложение корреляционной матрицы.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
16	Скользящее суммирование. Связь коэффициентов разностного уравнения со значениями дискретной весовой функции.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
17	Неоднородное интегральное уравнение Фредгольма. Согласованная фильтрация.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
18	Дискретная согласованная фильтрация. Вероятности ошибок. Рабочая характеристика.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
19	Оценивание максимального правдоподобия. Свойства МП – оценок.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
20	Фильтрация, интерполяция, экстраполяция.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
21	ФНЧ, ФВЧ, полосовые, режекторные фильтры. Фильтры Баттерворта, Чебышева, эллиптические. Частотные характеристики типовых фильтров. Расчёт весовых функций типовых фильтров.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
22	Модуляция сигналов. Принципы разделения каналов. Перекрёстные искажения.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
23	Оптимальное декодирование сигналов.	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2

24	Нерекурсивные цифровые фильтры. Окна: прямоугольное, Бартлетта, Ханна..	ПК-10.3.3 ПК-10.У.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 курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Разработка и исследование методов моделирования случайных процессов
2	Проектирование цифрового сглаживающего фильтра
3	Проектирование цифрового дифференцирующего фильтра
4	Проектирование цифрового экстраполятора

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
1	Частотный способ разделения информационных каналов	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
2	Временной способ разделения информационных каналов	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
3	Кодовый способ разделения информационных каналов	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
4	Свойства сигналов при амплитудно- импульсной модуляции	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
5	Свойства сигналов при частотно- импульсной модуляции	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
6	Свойства сигналов при фазо- импульсной модуляции	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2
7	Моделирование типовых сигналов в среде Matlab	ПК-10.3.3 ПК-10.У.2

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.
- Описание методов, алгоритмов и способов решения конкретных задач.
- Рассмотрение примеров.
- 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 системе LMS. 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 получить навыки практической реализации полученных знаний.

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 им 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;

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

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

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации наравне с ответами на экзаменационные вопросы, поскольку отражают сформированность перечисленных в таблице 1 компетенций с точки зрения приобретенных умений и навыков.

11.8. 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».

Для успешного прохождения промежуточной аттестации в форме экзамена обучающийся должен продемонстрировать соответствие критериям оценки уровня сформированности компетенций (таблица 14), а также выполнить, выложить отчеты в личный кабинет и успешно защитить не менее 75% лабораторных работ.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации формируется в соответствии с требованиями «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов ГУАП, обучающихся по образовательным программам высшего образования»

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