

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Цифровая обработка сигналов

Код модуля
1156877(1)

Модуль
Основы технической защиты информации

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Коберниченко Виктор Григорьевич	к.т.н., доцент	профессор	департамент радиоэлектроники и связи

Согласовано:

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

Авторы:

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Цифровая обработка сигналов**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Расчетно-графическая работа	1
		Отчет по лабораторным работам	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Цифровая обработка сигналов**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-11 -Способен применять положения теории в области электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, кодирования, электрической связи, цифровой обработки сигналов для решения задач профессиональной деятельности	З-1 - Перечислять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией З-2 - Объяснить принципы и основные правила и методы настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации	Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Расчетно-графическая работа Экзамен

	<p>З-3 - Привести примеры использования цифровых технологий для настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Проводить организацию настройки и настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>П-2 - Осуществлять контроль соответствия имеющейся технической документации и необходимую корректировку основных параметров функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Регулировать основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p> <p>У-3 - Оптимизировать с помощью цифровых технологий настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной</p>	
--	---	--

	деятельности по имеющейся технической документации	
--	--	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.3		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	5,10	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>расчетно-графическая работа</i>	5,15	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.4		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>отчет по лабораторным работам</i>	5,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр,	Максимальная оценка в баллах

	учебная неделя	
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно но (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Описание аналоговых сигналов и систем во временной и частотной областях.
2. Выбор частоты дискретизации
3. Расчет спектров дискретных сигналов
4. Алгоритмы БПФ с произвольным основанием.

5. Основы теории Z-преобразования
6. Характеристики линейных цифровых фильтров
7. Эффекты квантования сигналов в цифровых фильтрах

Примерные задания

Расчет и построение спектральной плотности типовых сигналов: одиночного экспоненциального импульса, прямоугольного радио- и видеоимпульсов/

Для заданного сигнала определить частоту дискретизации из условия заданного уровня наложения спектров.

Исследовать спектральные плотности типовых дискретных сигналов, установить связи между параметрами дискретного сигнала и параметрами спектральной плотности, исследовать эффект наложения спектров дискретных сигналов

Разработать алгоритм БПФ на N точек. Построить граф алгоритма, используя предложенную заготовку схемы. Определить множители поворота

Свойства Z-преобразования. Вычисление прямого и обратного Z-преобразований типовых последовательностей.

Составление разностного уравнения, расчет импульсной характеристики и передаточной функции КИХ и БИХ – фильтров.

Расчет дисперсии ошибки, вызванной квантованием входного сигнала, в КИХ-фильтрах и БИХ—фильтрах 1-го и 2-го порядков.

LMS-платформа

1. LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Исследование спектров дискретных сигналов
2. Спектральный анализ с использованием алгоритмов БПФ
3. Исследование цифровых фильтров с конечной импульсной характеристикой
4. Исследование цифровых фильтров с бесконечной импульсной характеристикой
5. Исследование нисходящих дискретных систем.
6. Исследование цифровых согласованных фильтров.
7. Обработка звуковых сигналов в MATLAB.
8. Цифровая фильтрация звуковых сигналов.

LMS-платформа

1. LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Метод билинейного Z-преобразования

Примерные задания

Исходный аналоговый фильтр описывается передаточной функцией

$$H(p)=2p/(p+1)(p+2)$$

Найти передаточную функцию соответствующего цифрового фильтра на основе метода билинейного преобразования. Построить его структурную схему

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Расчетно-графическая работа

Примерный перечень тем

1. Разработка цифрового спектроанализатора на основе программы БПФ.
2. Реализация и анализ цифрового фильтра с конечной импульсной характеристикой.
3. Реализация и анализ фильтров с понижением частоты дискретизации

Примерные задания

Разработать алгоритм, изобразить его граф-схему и составить программу БПФ на N точек. Определить число нетривиальных операций

сложения и умножения и оценить коэффициент ускорения вычислений.

С использованием разработанной программы построить спектры тестовых сигналов.

Построить амплитудно-частотную характеристику фильтра, используя в качестве выходного отвод БПФ с номером $N/2$. Определить искажения спектра при задании сигнала числом

отсчетов, равным N_1 ($N_1 < N$), и дополнением массива нулями до N .

Разработать алгоритм, реализующий заданный тип фильтра в частотной области. С оставить программу, позволяющую получить:

спектр входного сигнала; спектральную (амплитудно-частотную) характеристику окна; амплитудно-частотную и импульсную характеристики фильтра;

отклик фильтра на заданный сигнал; спектр выходного сигнала. Проанализировать полученные результаты.

Разработать алгоритм и программу, реализующую во временной области заданный тип фильтра с понижением частоты дискретизации на выходе. С помощью разработанной программы получить отклик фильтра на заданный сигнал. Построить амплитудно-частотную характеристику фильтра и спектры сигнала на входе и выходе.

Проанализировать полученные результаты

LMS-платформа

1. LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Отчет по лабораторным работам

Примерный перечень тем

1. Спектральный анализ с использованием алгоритмов БПФ.
2. Исследование цифровых фильтров с конечной импульсной характеристикой
3. Исследование цифровых фильтров с бесконечной импульсной характеристикой
4. Исследование нисходящих дискретных систем.

Примерные задания

Изучить алгоритмы БПФ. Исследовать АЧХ и ФЧХ БПФ-фильтра. Оценить искажения спектра сигнала при использовании алгоритма БПФ. Оценить коэффициент ускорения вычислений БПФ-фильтра

Изучить работу простейших цифровых фильтров с конечной импульсной характеристикой на примере сумматора k отсчетов (НЧ-сумматора) и алгоритма k -кратного черестактного вычитания (ВЧ-сумматора). Исследовать реакции цифровых фильтров на тестовые сигналы.

Изобразить структурные схемы БИХ-фильтра типа «рециркулятор» при реализации во временной и частотной областях.

Рассчитать и построить импульсные и амплитудно-частотные характеристики рециркулятора для $a = 0,8$ и для $a = \exp(-j\omega T_d/2)$. Получить спектры тестовых сигналов на выходе БИХ-фильтров.

Исследовать преобразования цифровых сигналов, связанные с понижением частоты дискретизации.

LMS-платформа

1. LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. 1. Записать и объяснить модель дискретного сигнала, полученного путем идеальной импульсной дискретизации. 2. Какой вид имеет спектральная плотность идеальной дискретизирующей последовательности? 3. В чем заключается причина искажений сигнала на выходе восстанавливающего фильтра нижних частот, если его частота среза превышает половину частоты дискретизации входной импульсной последовательности? 4. Как изменится спектральная плотность дискретного сигнала, если дискретизирующая последовательность будет иметь вид треугольных импульсов? 5. Изобразить и объяснить структурную схему процессора БПФ, представив его как фильтр с k -м отводом в качестве выхода. Вывести выражение для амплитудно-частотной характеристики этого фильтра. 6. Вычислить и построить спектральную плотность математической модели продискретизированного с частотой $F_d = 2a/\pi$ сигнала вида $x(t) = \exp(-at)$, $t > 0$. Определить уровень наложения спектров за счет дискретизации. 7. Z – преобразование некоторого дискретного сигнала имеет вид: $Y(z) = (z^2 + z + 1)/z^2$. Найти отсчетные значения этого сигнала. 8. Импульсная характеристика фильтра аппроксимируется последовательностью из трех отсчетов $\{h_k\} = (1, a_1, a_2)$. • записать системную функцию, • записать разностное уравнение, • определить АЧХ фильтра.

2. 9. Вычислить и построить импульсную характеристику, системную функцию, амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики рекурсивного фильтра первого порядка, описываемого разностным уравнением $y(n) = x(n) + a_1 y(n-1)$, $a_1 = -0,5$. 10. Аналоговый фильтр характеризуется передаточной функцией вида $H(z) = K/(p-a)$. Найти системную функцию соответствующего цифрового фильтра на основе метода билинейного преобразования и построить его структурную схему. 11. Записать алгоритм работы однородного трансверсального фильтра 6 порядка при понижении частоты дискретизации на его выходе в 2 раза. Найти и построить его АЧХ. 12. Определить

дисперсию шумов квантования сигнала на выходе ЦФ, работающего в соответствии с алгоритмом $y(n) = 1.75x(n) - 0.55x(n-1) + 0.25x(n-2)$ если на его входе осуществляется равношаговое квантование с округлением, кодирование двоичное, три разряда.

LMS-платформа

1. LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	проектная деятельность учебно-исследовательская, научно-исследовательская целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология образования в сотрудничестве Технология позиционного образования Технология самостоятельной работы	ОПК-11	У-2	Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Расчетно-графическая работа Экзамен