

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Направление подготовки (специальность)
11.04.04 Электроника и микроэлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы
Промышленная электроника Индустрии 4.0

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

25.01.2024 г., протокол № 6

Зав. кафедрой Усатый - Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель Храмшин В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭиМЭ, канд. техн. наук Швидченко Н.В. Швидченко

Рецензент:

Директор ЦС ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг, канд. техн. наук Суспицын Е.С. Суспицын

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Освоение методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов в применении к обработке информационных сигналов и в телекоммуникациях; приобретение студентами теоретических и практических знаний о современных методах представления цифровых сигналов и сигнальных конструкций, основах цифровых преобразований сигналов, способах построения и алгоритмах обработки информации в цифровых средствах связи

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Цифровая обработка сигналов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Проектирование и технология электронной компонентной базы

Моделирование элементов и узлов электронной техники

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - научно-исследовательская работа

Производственная-преддипломная практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Цифровая обработка сигналов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-5	Способен моделировать процессы и объекты электронных систем с целью оптимизации и улучшения их параметров
ПК-5.1	Разрабатывает имитационные модели элементов и узлов электронной техники
ПК-5.2	Моделирует физические процессы функционирования приборов и узлов электронных систем
ПК-5.3	Проводит моделирование электронных узлов с использованием имеющихся средств исследований и пакетов прикладных программ

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 58,1 академических часов;
- аудиторная – 54 академических часов;
- внеаудиторная – 4,1 академических часов;
- самостоятельная работа – 86,2 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Дискретные последовательности и								
1.1 Дискретные сигналы	3	2	1		4	Чтение литературы. Выполнение практических заданий.	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
1.2 Дискретные системы		2	1		4	Чтение литературы. Выполнение практических заданий.	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу		4	2		8			
2. Периодическая дискретизация								
2.1 Общие принципы. Наложение (aliasing)	3	4	2		8	Чтение литературы. Выполнение практических заданий.	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2.2 Дискретизация сигналов со спектром, примыкающим к нулю		4	2		8	Чтение литературы. Выполнение практических заданий.	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2.3 Дискретизация полосовых сигналов		4	2		8	Чтение литературы. Выполнение практических заданий.	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу		12	6		24			
3. Дискретное преобразование Фурье								
3.1 Математический аппарат дискретного преобразования Фурье и свойства ДПФ	3	4	2		8	Чтение литературы. Выполнение практических заданий.	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

3.2 Быстрое преобразование Фурье		4	2		8	Чтение литературы. Выполнение практических заданий.	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
3.3 Вейвлет преобразование		4	2		12	Чтение литературы. Выполнение практических заданий.	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу		12	6		28			
4. Анализ и проектирование цифровых фильтров								
4.1 КИХ-фильтры	3	4	2		8	Чтение литературы. Выполнение практических заданий.	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
4.2 БИХ-фильтры		4	2		8	Чтение литературы. Выполнение практических заданий.	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу		8	4		16			
5. Применение цифровой обработки сигналов								
5.1 Подготовка и сдача контрольного задания	3				10,2	Чтение литературы. Выполнение практических заданий.	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу					10,2			
Итого за семестр		36	18		86,2		экзамен	
6. Контроль								
6.	0							
Итого по разделу								
Итого за семестр		0	0	0				
Итого по дисциплине		36	18		86,2		экзамен	

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Теория автоматического» применяется модульно-компетентностная технология. Лекции проходят в традиционной форме. На лекционных занятиях применяются элементы лекции-визуализации, за счет представления части лекционного материала с помощью заранее подготовленных презентаций, слайдов с помощью мультимедийного оборудования.

Лекционный материал закрепляется на практических занятиях, на которых выполняются индивидуальные задания по пройденной теме. Также практические занятия проводятся в виде семинаров, цель которых максимально доступным путём (при помощи онлайн визуализации заранее подготовленных примеров по материалам лекционных занятий). На практических занятиях также применяются метод контекстного обучения, работы в команде и метод case-study, позволяющие усвоить учебный материал путём выявления связей между конкретным знанием и его применением, а также анализа конкретных ситуаций и поиска решений студентами. Защита результатов практических заданий проходит в виде диалога преподавателя и студента, преподавателем задаются контрольные вопросы с целью выяснения глубины знаний студента по данному разделу, при этом пробелы в знаниях студента восполняются дополнительными пояснениями, комментариями преподавателя.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной работе тем по дисциплине, подготовки к практическим занятиям и итоговой аттестации, выполнения расчётно-графической работы

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: устный опрос (собеседование) и практические задания, выполняемые с применением персонального компьютера, защита полученных результатов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

Мальцева, Н. С. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / Н. С. Мальцева. — Астрахань : АГТУ, 2021. — 92 с. — ISBN 978-5-89154-706-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/261188> (дата обращения: 03.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

Пасечников, И. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / И. И. Пасечников. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-00078-261-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/137567> (дата обращения: 03.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

Цифровая обработка сигналов : методические указания / А. И. Стариковский, Е. В. Солдатов, Г. А. Милорадов, К. В. Авдеев. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023 — Часть 2 — 2023. — 73 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/331673> (дата обращения: 03.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
NI Developer Suite	К-118-08 от 20.10.2008	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

В процессе обучения дисциплине студентам понадобится компьютер с доступом в интернет, программное обеспечение с функционалом электронных таблиц, среда разработки NI LabView

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В течение семестра предусмотрено выполнение устных и письменных контрольных работ по дисциплине (по индивидуальным вариантам), проверка работ – еженедельно, защита лабораторных работ.

Основная часть заданий выполняется на занятиях. Самостоятельная работа предусматривает:

- подготовку к занятиям, изучение необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях; работа со справочной литературой

- исправление ошибок, замечаний, оформление лабораторных работ.

Самостоятельная работа в ходе аудиторных занятий предполагает: изучение и повторение теоретического материала по темам лекций (по конспектам и учебной литературе, методическим указаниям), решение задач, выполнение индивидуальных работ.

Самостоятельная работа под контролем преподавателя предполагает подготовку конспектов и выполнение необходимых расчетов по разделам дисциплины, решение и проверка преподавателем задач, лабораторных работ, работа с методической литературой, подготовка к зачету.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов предполагает подготовку к лабораторным занятиям, подготовку к контрольным работам, выполнение заданий (лабораторных работ), подготовку к зачету; изучение необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях; работа со справочной литературой, исправление ошибок, замечаний, оформление работ; работу с компьютерными графическими пакетами и электронными учебниками разработчиков программного обеспечения по дисциплине.

По данной дисциплине предусмотрены различные виды контроля результатов обучения: *текущий* контроль (еженедельная проверка выполнения заданий и работы с учебной литературой), *периодический* контроль (лабораторные работы) по каждой теме дисциплины, *промежуточный* контроль в итогового контрольного занятия по всем темам дисциплины.

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
1. Дискретные последовательности и системы	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий

1.1 Дискретные сигналы	Чтение литературы. Выполнение практических заданий.	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
1.2 Дискретные системы	Чтение литературы. Выполнение практических заданий.	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
2. Периодическая дискретизация	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
2.1 Общие принципы. Наложение (aliasing)	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
2.2 Дискретизация сигналов со спектром, примыкающим к нулю	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
2.3 Дискретизация полосовых сигналов	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
Итого по разделу	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
3. Дискретное преобразование Фурье	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
3.1 Математический аппарат дискретного преобразования Фурье и свойства ДПФ	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
3.2 Быстрое преобразование Фурье	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
3.3 Вейвлет преобразование	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
Итого по разделу	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
4. Анализ и проектирование цифровых фильтров	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
4.1 КИХ-фильтры	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
4.2 БИХ-фильтры	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
Итого по разделу	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
5. Применение цифровой обработки сигналов	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
5.1 Подготовка и сдача контрольного задания	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
Итого по разделу	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
Итого за семестр	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
6. Контроль	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий

Темы лабораторных работ:

1. Дискретные сигналы. Генерация типовых сигналов в среде разработки LabView. Создание дискретных систем.
2. Дискретизация аналоговых сигналов. Преобразование частоты дискретизации.
3. Преобразование Фурье в общем виде. Разложение сигнала в ряд Фурье, восстановление сигнала.
4. БПФ.
5. Вейвлет преобразование.
6. Практика применения КИХ-фильтров. Коэффициенты типовых КИХ-фильтров.
7. Практика применения БИХ-фильтров. Коэффициенты типовых БИХ-фильтров.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и может проводиться в форме зачета, зачета с оценкой, экзамена, защиты курсового проекта (работы).

Данный раздел состоит из двух пунктов: а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации. б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-5: Способен моделировать процессы и объекты электронных систем с целью оптимизации и улучшения их параметров		
ПК-5.1:	Разрабатывает имитационные модели элементов и узлов электронной техники	Обучающийся разрабатывает модель сигнала электронного устройства с наличием шумов. Получает в процессе выполнения лабораторных работ на специализированных стендах практические навыки генерации сигналов с моделируемых устройств в масштабе реального времени.
ПК-5.2:	Моделирует физические процессы функционирования приборов и узлов электронных систем	Вопросы для подготовки к контрольному занятию: 1. Почему первые системы передачи назывались аналоговыми? 2. Чем отличаются дискретные и цифровые сигналы? 3. Виды дискретизации. 4. Какие процессы выполняются при

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>преобразовании сигнала из непрерывного в цифровой?</p> <p>5. Что понимается под «отсутствием сигнала (например, импульса)?</p> <p>6. С помощью какого преобразования осуществляется переход между временным и частотным представлениями сигналов?</p> <p>7. Какие типовые математические операции выполняются при цифровой обработке сигналов?</p> <p>8. Проверить, удовлетворяют ли условиям линейности указанные системы:</p> $y(n) = -x1(n)/2,$ $y(n) = [x1(n)]^2 ,$ $y(n) = Y0(1 + x1(n))\sin(\omega 0t).$ <p>Взять в качестве $x(t)$ гармонический сигнал. Построить представление сигналов во временной и частотной областях.</p> <p>9. Рассмотреть справедливость утверждений: – любая линейная система инвариантна во времени; – любая инвариантная во времени система линейна; – любая инвариантная во времени система стационарна; – любая стационарная система инвариантна во времени.</p> <p>10. Рассмотреть проверку на инвариантность во времени следующих систем:</p> $y(n) = -x1(n)/2,$ $y(n) = [x1(n)]^2 ,$ $y(n) = Y0(1 + x1(n))\sin(\omega 0t).$ <p>10. Способы вычисления периода дискретизации по теореме В.А. Котельникова.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																		
		<p>12. Причины проявления наложения (aliasing).</p> <p>13. Как избежать явления наложения при дискретизации сигналов со спектром, примыкающим к 0?</p> <p>14. Для полосового сигнала (дана центральная частота f_c и ширина спектра B) выполнить следующие действия: – построить таблицу m, f_s' и f_s''; – построить спектральные характеристики для разных m и выбрать оптимальные значения частоты дискретизации; – рассчитать минимальное значение частоты дискретизации без инверсии спектра; – выбрать оптимальное значение частоты дискретизации из анализа разрешенных зон по обоим критериям выбора рабочих точек. Варианты заданий:</p> <table border="1" data-bbox="783 1093 1276 1310"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>f_c, МГц</th> <th>B, МГц</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>50</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>50</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>100</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>100</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>100</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table> <p>15. Как связаны количество отсчетов во временной области n и в частотной области m?</p> <p>16. Что означают и как определяются аналитические частоты?</p> <p>17. Чем важно для практического применения свойство симметрии ДПФ?</p> <p>18. К чему приводит сдвиг ДПФ?</p> <p>19. Какие причины появления утечки ДПФ?</p> <p>20. Способы снижения эффекта утечки ДПФ?</p> <p>21. Какой эффект дает дополнение ДПФ нулями?</p> <p>22. Практические аспекты применения ДПФ.</p> <p>23. Быстрое преобразование Фурье – аппроксимация или точное вычисление?</p> <p>24. Виды прореживания БПФ.</p> <p>25. Недостатки ДПФ.</p> <p>26. Сущность вейвлет-преобразования.</p> <p>27. Привести и обосновать достоинства и недостатки КИХ-</p>	№	f_c , МГц	B , МГц	1	50	10	2	50	20	3	100	10	4	100	20	5	100	30
№	f_c , МГц	B , МГц																		
1	50	10																		
2	50	20																		
3	100	10																		
4	100	20																		
5	100	30																		

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																												
		<p>фильтров.</p> <p>28. Описать свойства импульсной характеристики КИХ-фильтра.</p> <p>29. Описать соотношения свертки применительно к КИХ-фильтрам.</p> <p>30. Пояснить структуру КИХ-фильтра.</p> <p>31. Практическое задание. Рассчитать параметры КИХ-фильтров (ФНЧ, ПФ, ФВЧ) для исходных данных: $N = 32$ ДПФ, частота дискретизации $f_s = 32$ кГц, номер по порядку N_0 (1...5).</p> <ul style="list-style-type: none"> • ФНЧ – частота среза $f_{cp} = (N_0 + 1) f_s / N$. • ПФ – ширина полосы пропускания $B = 2(N_0 + 1) f_s / N$, центральная частота $f_c = f_s / 4$. • ФВЧ – частота среза $f_{cp} = (N/2 - (N_0 + 1)) f_s / N$. <p>Построить АЧХ и ФЧХ спроектированных фильтров.</p> <p>32. Привести и обосновать достоинства и недостатки БИХ-фильтров.</p> <p>33. Пояснить понятие устойчивости применительно к БИХ-фильтрам.</p> <p>34. Практическое задание. Дан БИХ-фильтр второго порядка ($M = 2, N = 2$).</p> <table border="1" data-bbox="783 1301 1485 1559"> <thead> <tr> <th>$N_{\text{сп}}/n$</th> <th colspan="3">Коэфф. $b(k)$</th> </tr> <tr> <th></th> <th>$b(0)$</th> <th>$b(1)$</th> <th>$b(2)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.0704</td> <td>0.1408</td> <td>0.0704</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.2180</td> <td>0.4360</td> <td>0.2180</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.4047</td> <td>0.8094</td> <td>0.4047</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.2180</td> <td>0.4360</td> <td>0.2180</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.3070</td> <td>0.6141</td> <td>0.3070</td> </tr> </tbody> </table> <p>Определить и построить АЧХ и ФЧХ.</p> <p>35. Практическое задание. Показать, что структуры фильтров, рассмотренные на рис. 4.14, эквивалентны и описываются одним разностным уравнением.</p> <p>36. Практическое задание. Спроектировать БИХ-фильтр методами инвариантного преобразования импульсной характеристики (методом 2) и билинейного преобразования для заданного аналогового фильтра-прототипа: частота дискретизации f_s, уровень среза R_p, частота среза по уровню R_p f_{cp}, тип фильтра, порядок фильтра равен 2.</p>	$N_{\text{сп}}/n$	Коэфф. $b(k)$				$b(0)$	$b(1)$	$b(2)$	1	0.0704	0.1408	0.0704	2	0.2180	0.4360	0.2180	3	0.4047	0.8094	0.4047	4	0.2180	0.4360	0.2180	5	0.3070	0.6141	0.3070
$N_{\text{сп}}/n$	Коэфф. $b(k)$																													
	$b(0)$	$b(1)$	$b(2)$																											
1	0.0704	0.1408	0.0704																											
2	0.2180	0.4360	0.2180																											
3	0.4047	0.8094	0.4047																											
4	0.2180	0.4360	0.2180																											
5	0.3070	0.6141	0.3070																											

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="782 385 917 452">№ п/п фильтра</th> <th data-bbox="917 385 1029 418">fs, Гц</th> <th data-bbox="1029 385 1189 418">fcp, Гц</th> <th data-bbox="1189 385 1348 418">Rp, дБ</th> <th data-bbox="1348 385 1487 418">Тип</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="782 452 917 519">1</td> <td data-bbox="917 452 1029 519">100</td> <td data-bbox="1029 452 1189 519">30</td> <td data-bbox="1189 452 1348 519">1</td> <td data-bbox="1348 452 1487 519">Чебышева I типа</td> </tr> <tr> <td data-bbox="782 519 917 586">2</td> <td data-bbox="917 519 1029 586">100</td> <td data-bbox="1029 519 1189 586">30</td> <td data-bbox="1189 519 1348 586">0.7071</td> <td data-bbox="1348 519 1487 586">Баттерворта</td> </tr> <tr> <td data-bbox="782 586 917 654">3</td> <td data-bbox="917 586 1029 654">200</td> <td data-bbox="1029 586 1189 654">50</td> <td data-bbox="1189 586 1348 654">1</td> <td data-bbox="1348 586 1487 654">Чебышева I типа</td> </tr> <tr> <td data-bbox="782 654 917 721">4</td> <td data-bbox="917 654 1029 721">200</td> <td data-bbox="1029 654 1189 721">50</td> <td data-bbox="1189 654 1348 721">0.7071</td> <td data-bbox="1348 654 1487 721">Баттерворта</td> </tr> <tr> <td data-bbox="782 721 917 788">5</td> <td data-bbox="917 721 1029 788">200</td> <td data-bbox="1029 721 1189 788">70</td> <td data-bbox="1189 721 1348 788">1</td> <td data-bbox="1348 721 1487 788">Чебышева I типа</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="782 822 1487 922">По типу фильтра необходимо определить его передаточную функцию.</p> <p data-bbox="782 922 1487 1001">37. Необходимость понижения частоты дискретизации.</p> <p data-bbox="782 1001 1487 1079">38. Зачем нужно многоступенное преобразование частоты дискретизации?</p> <p data-bbox="782 1079 1487 1158">39. Почему прореживание уменьшает в D раз амплитуду компонентов в частотной области?</p> <p data-bbox="782 1158 1487 1236">40. Необходимость повышения частоты дискретизации.</p> <p data-bbox="782 1236 1487 1314">41. Почему интерполяция уменьшает в M раз амплитуду сигнала во временной области?</p> <p data-bbox="782 1314 1487 1440">42. Преобразование частоты дискретизации с нерациональным коэффициентом.</p>	№ п/п фильтра	fs, Гц	fcp, Гц	Rp, дБ	Тип	1	100	30	1	Чебышева I типа	2	100	30	0.7071	Баттерворта	3	200	50	1	Чебышева I типа	4	200	50	0.7071	Баттерворта	5	200	70	1	Чебышева I типа
№ п/п фильтра	fs, Гц	fcp, Гц	Rp, дБ	Тип																												
1	100	30	1	Чебышева I типа																												
2	100	30	0.7071	Баттерворта																												
3	200	50	1	Чебышева I типа																												
4	200	50	0.7071	Баттерворта																												
5	200	70	1	Чебышева I типа																												
ПК-5.3:	Проводит моделирование электронных узлов с использованием имеющихся средств исследований и пакетов прикладных программ	<p data-bbox="782 1451 1487 1529">Подготовленные и оформленные лабораторные работы.</p> <p data-bbox="782 1563 1189 1597">Защита лабораторных работ.</p> <p data-bbox="782 1630 1189 1664">Темы лабораторных работ:</p> <ol data-bbox="837 1697 1487 2042" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="837 1697 1487 1809">1. Дискретные сигналы. Генерация типовых сигналов в среде разработки LabView. Создание дискретных систем. <li data-bbox="837 1821 1487 1888">2. Дискретизация аналоговых сигналов. Преобразование частоты дискретизации. <li data-bbox="837 1899 1487 2011">3. Преобразование Фурье в общем виде. Разложение сигнала в ряд Фурье, восстановление сигнала. <li data-bbox="837 2022 965 2042">4. БПФ. 																														

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		5. Вейвлет-преобразование. 6. Практика применения КИХ-фильтров. Коэффициенты типовых КИХ-фильтров. 7. Практика применения БИХ-фильтров. Коэффициенты типовых БИХ-фильтров.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета в конце каждого семестра.

Методические указания для подготовки к зачету: для подготовки к зачету студент должен освоить все изучаемые темы, в том числе и отведенные для самостоятельного изучения, выполнить и сдать все графические листы и выполнить все контрольные работы.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.