

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем

Кафедра радиосистем

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИИС

« 02 » 03 2017 г. С.И.Эминов

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Учебный модуль по направлению подготовки
11.03.01 - Радиотехника
ПРОФ Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Рабочая программа

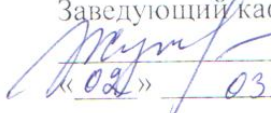
СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела
 - О.Б. Широколобова
« 02 » 03 2017 г.

Разработал

доцент кафедры РС
 В.М. Реганов
« 02 » 03 2017 г.

Принято на заседании кафедры РС
Протокол № 110 от 3.04 2017 г.

Заведующий кафедрой
 И.Н. Жукова
« 02 » 03 2017 г.

1 Цели и задачи учебного модуля

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» является базовым теоретическим курсом, являющимся фундаментом для освоения целого ряда дисциплин профессионального направления. Целью дисциплины является изучение теоретических основ цифровой обработки сигналов (ЦОС) и современных средств компьютерного моделирования базовых методов и алгоритмов ЦОС.

Для достижения поставленной цели при освоении дисциплины решаются следующих задач:

- изучаются методы описания и анализа дискретных и цифровых сигналов и дискретных линейных систем с постоянными параметрами;
- изучаются методы проектирования цифровых фильтров и спектрального анализа;
- формируются навыки компьютерного моделирования алгоритмов ЦОС.

2 Место дисциплины в структуре ОП направления подготовки

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» входит в базовую часть профессиональной подготовки блока БП.В.9 дисциплин относится к вариативной части учебного плана направления подготовки бакалавров 11.03.01 «Радиотехника» (Профиль – Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов).

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин ОП по направлению подготовки 11.03.01: «Математика», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Основы теории цепей», «Математический аппарат статистической радиотехники», «Информационные технологии, инженерная и компьютерная графика».

Базовые знания в области цифровой обработки сигналов, полученные при изучении данной дисциплины, используются при освоении дисциплин профессионального цикла ФГОС ВПО по направлению подготовки 11.03.01: «Радиотехнические системы», «Программирование сигнальных процессоров», «Теория и техника цифровой обработки сигналов», «Проектирование цифровых устройств на программируемых логических интегральных микросхемах и микроконтроллерах», а также при выполнении индивидуального задания производственной практики и выпускной квалификационной работы.

3 Требования к результатам освоения дисциплины

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» направлен на формирование у студентов общекультурных (ОК) и профессиональных компетенций (ПК), обладание которыми может быть выявлено на основе проявления студентами:

- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем (ПК-5)

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код	Уровень освоения	Знать	Уметь	Владеть
ПК-5	повышенный	- этапов проектирования деталей, узлов, устройств; - перечня исходных данных, требуемых для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств на каждом этапе проектирования; - методики расчета и методы проектирования деталей, узлов, устройств; - особенностей функционирования и специфику эксплуатации проектируемых деталей, узлов и устройств.	- определять перечень и диапазон значения параметров деталей, узлов и устройств, требуемых для их расчета и проектирования с учетом специфики их функционирования и эксплуатации	- методами анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов, устройств

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		5	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6	ПК-5
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	216	216	
- лекции	36	36	
- практические занятия (семинары)	-	-	
- лабораторные работы	54	54	
- аудиторная СРС	18	18	
- внеаудиторная СРС	54	54	
Аттестация:	Экзамен	Экзамен	
- зачеты	-	-	
- экзамены	36	36	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение	Основные понятия. Область применения. Элементная база ЦОС. Средства разработки. Сравнительная характеристика аналоговых и цифровых систем обработки
2	Теория дискретных систем	Понятие и способы описания дискретных и цифровых сигналов. Линейные системы с постоянными параметрами (ЛПП). Свертка дискретных сигналов. Методы быстрой свертки. Разностные уравнения. Z-преобразование. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье.
3	Цифровая фильтрация	Основные понятия. Классификация цифровых фильтров. Структурные схемы фильтров. Фильтры скользящего среднего. Фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ): общая характеристика, линейность фазовой характеристики, методы проектирования, сравнительная характеристика методов. Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ): линейность фазовой характеристики, всепропускающие фильтры, методы проектирования. Частотные преобразования при проектировании фильтров. Сравнение КИХ и БИХ фильтров. Фильтры, изменяющие частоту дискретизации.
4	Основы спектрального анализа	Понятие спектрального анализа, применение. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ): Кули-Тьюки с прореживанием по частоте, по времени. Единый подход к БПФ. Сравнение БПФ и гребенки фильтров. Взвешивание при спектральном анализе. Основные характеристики оценивания спектральной плотности мощности (СПМ) Непараметрические методы оценивания СПМ: периодограммный и коррелограммный. Обзор параметрических методов оценки СПМ.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Лабораторный практикум

№	Наименование работы
1	Знакомство со средой графической разработки Labview и лабораторной платформой NI Elvis.
2	Исследование эффектов дискретизации и квантования сигналов
3	Знакомство со средой инженерных вычислений Matlab
4	Преобразование сигналов и их взаимосвязь
5	Проектирование и анализ цифровых фильтров
6	Цифровой спектральный анализ

4.4 Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов (аудиторная и внеаудиторная) включает изучение материала на заданную тему и выполнение предлагаемых заданий. Рекомендуется самостоятельное изучение доступной учебной и научной литературы, нормативно-технических документов, законодательства РФ.

Студенты имеют возможность глубоко и всесторонне изучить теоретическую часть дисциплины и научиться применять полученные знания на практике. В ходе самостоятельной работы студенты приобретают умения и навыки компьютерного моделирования базовых методов и алгоритмов ЦОС, учатся выполнять анализ линейных дискретных систем, проектировать цифровые фильтры.

В рамках общего объема часов самостоятельной работы студентов (СРС), отведенных для изучения дисциплины, предусматриваются следующие виды работ:

- изучение теоретического материала;
- выполнение лабораторных работ;
- оформление отчетов по лабораторным работам;
- защита лабораторных работ.

Примерный перечень вопросов для СРС:

- 1 Знакомство со средой MatLab.
 - 1.1 Назначение и состав.
 - 1.2 Окна. Окно команд, окно рабочего пространства.
 - 1.3 Математические операции в окне команд.
 - 1.4 Графические операции.
- 2 Программирование в среде MatLab
 - 2.1 Язык m-скриптов. Создание m-файлов.
 - 2.2 Создание и вызов функций и подфункций.
 - 2.3 Программирование ветвящихся и циклических процессов
 - 2.4 Средства отладки m-скриптов.
- 3 Разностные уравнения
 - 3.1 Разностные уравнения первого порядка
 - 3.2 Расчёт выходного сигнала
 - 3.3 Импульсная и переходная характеристики
- 4 Разностные уравнения второго порядка
 - 4.1 Разностные уравнения второго порядка

4.2 Условия существования цифрового резонатора:

$$h(n) = \begin{cases} \alpha_1 P_1^n + \alpha_2 P_2^n, & \text{если } \alpha_2 > -0,25 \cdot \alpha_1^2 \text{ (I)} \\ \alpha_1 r^n \cdot \sin(bn + \varphi), & \text{если } \alpha_2 > -0,25 \cdot \alpha_1^2 \text{ (II)} \end{cases}$$
$$r = \sqrt{-\alpha_2} ; b = \arccos\left(\frac{\alpha_1}{2r}\right)$$

4.3 Частотная характеристика цифрового резонатора

5 Моделирование в графической среде Simulink MatLab

5.1 Знакомство со средой имитационного моделирования. Библиотечные компоненты моделирования дискретных и цифровых устройств

5.2 Создание моделей, симуляция и их отладка

5.3 Создание библиотек, обмен данными с рабочим пространством Matlab. Создание форм управления.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; рубежный – на девятой неделе семестра; семестровый – по окончании изучения УМ.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением от 25.03.2014 № 32 «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования».

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников» от 25.06.2013. В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: разноуровневые задачи и экзаменационные билеты.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий по дисциплине необходим компьютерный класс, оборудованный мультимедийными средствами для

демонстрации лекций-презентаций, презентаций проектов и видеоматериалов, подготовленных студентами в рамках СРС.

Для проведения лабораторных работ по курсу необходима аудитория, оснащенная компьютерами с макетами на основе лабораторной платформы NI Elvis II+ с отладочной платой Emona DATEx и установленным программным обеспечением NI Labview и пакетом инженерных вычислений Matlab.

Самостоятельная работа студентов (аудиторная и внеаудиторная) осуществляется с привлечением рекомендованной литературы и применением компьютеров с выходом в сеть «Интернет» для изучения рекомендованных ресурсов и самостоятельного поиска информации.

Самостоятельная работа студентов (аудиторная и внеаудиторная) включает изучение материала на заданную тему и выполнение предлагаемых заданий. Рекомендуется самостоятельное изучение доступной учебной и научной литературы, нормативно-технических документов, законодательства РФ.

Программное обеспечение дисциплины

1. Предустановленная операционная система Windows
2. Интегрированный пакет Open Office (Microsoft Office)
3. Программное обеспечение поддержки лабораторного практикума к лабораторной станции «NI ELVIS II»

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий и аудиторной самостоятельной работы студентов по дисциплине необходима аудитория, оборудованная проектором, экраном и компьютеры с операционной системой Windows, установленным на них интегрированным пакетом Open Office (Microsoft Office), выходом в сеть Internet.

Для проведения практических занятий требуется аудитория, оборудованная лабораторными станциями «NI ELVIS II», подключаемыми к компьютеру.

Требуемые для проведения занятий по дисциплине инструментальные средства имеются в полном объеме в распоряжении кафедры РС.

Приложения (обязательные):

- А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля
- Б – Технологическая карта
- В - Карта учебно-методического обеспечения УМ

Вопросы для экзамена

1. Основные области применения ЦОС. Основные теоретические направления ЦОС
2. Элементная база ЦОС. Сравнительная характеристика цифровой и аналоговой обработки
3. Линейные системы с постоянными параметрами (ЛПП). Физическая реализуемость ЛПП.
4. Разностные уравнения. Частотная характеристика ЛПП.
5. Преобразование Фурье для дискретных сигналов. Свойства ПФ для дискретных сигналов.
6. Соотношение между ПФ дискретных и непрерывных сигналов. Эффект наложения спектров.
7. Z-преобразование. Основные свойства Z-преобразования.
8. Обратное Z-преобразование. Одностороннее Z-преобразование.
9. Дискретное преобразование Фурье. Связь Z-преобразования и ДПФ
10. Связь ДПФ и ПФ. Дополнение нулями
11. Основные свойства ДПФ.
12. Свертка последовательностей. Циклическая и линейная свертка.
13. Быстрая свертка на основе БПФ
14. Секционированные свертки
15. Цифровые фильтры. Классификация.
16. Структурные схемы рекурсивных фильтров
17. Структурные схемы нерекурсивных ЦФ. Фильтры с частотной выборкой.
18. Лестничные (решетчатые) фильтры
19. Фильтры скользящего среднего.
20. Общая характеристика КИХ-фильтров
21. Виды КИХ-фильтров с линейной фазой. Особенности импульсной и частотной характеристики КИХ-фильтров
22. Проектирование КИХ-фильтров методом взвешивания
23. Основные виды оконных функций и связь их характеристик с характеристиками фильтров
24. Весовые функции окон и их ЧХ
25. Проектирование методом частотной выборки
26. Проектирование оптимальных КИХ-фильтров. Теорема Чебышева
27. Процедура проектирования оптимальных фильтров.

28. Свойства оптимальных ФНЧ. Сравнение КИХ ФНЧ, спроектированных разными методами
29. БИХ-фильтры с линейной ФЧХ
30. Все пропускающие фильтры
31. Классификация методов расчета БИХ-фильтров
32. Расчет ЦФ по фильтрам непрерывного времени
33. Метод билинейного преобразования
34. Частотные преобразования
35. Сравнение КИХ и БИХ-фильтров
36. Фильтры, изменяющие частоту дискретизации
37. Спектральный анализ. Алгоритм БПФ с прореживанием по времени
38. Свойства алгоритма БПФ по основанию 2
39. Единый подход к алгоритмам БПФ. Алгоритмы БПФ по основанию 4 и по смешанному основанию.
40. Рекуррентный метод спектрального анализа. Реализация анализатора спектра в виде гребенки фильтров. Сравнение гребенки фильтров с БПФ.
41. Использование «окон» при спектральном анализе. Стратегия выбора «окна».
42. Характеристики оценок спектральной плотности мощности.
43. Классические (непараметрические) методы оценки спектральной плотности мощности.

Дополнительные вопросы к экзамену

1. Алгоритмы быстрой свертки на основе теоретико-числовых преобразований (алгоритмы Аггарвала-Кули, Кука-Тоома)
2. Сущность алгоритма БПФ Ш. Винограда. Его эффективность и значение.
3. Алгоритм Герцеля
4. Преобразование Гильберта для дискретных сигналов
5. Полуполосные фильтры

Пример экзаменационного билета

Новгородский государственный университет

имени Ярослава Мудрого

Кафедра радиосистем

Экзаменационный билет № 5

Дисциплина **Цифровая обработка сигналов**

Учебный модуль по направлению подготовки 11.03.01 - Радиотехника

ПРОФ Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

БИЛЕТ N 5

1. Преобразование Фурье для дискретных сигналов. Свойства ПФ для дискретных сигналов.
2. Процедура проектирования оптимальных фильтров.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой РС _____

Приложение А (обязательное)

Методические рекомендации по организации изучения модуля «Цифровая обработка сигналов»

Методические рекомендации устанавливают порядок и методику изучения теоретического и практического материала дисциплины.

Методические рекомендации по теоретической части дисциплины:

- *лекционные занятия* целесообразно проводить следующим образом: краткое повторения предыдущего материала; постановка цели и задач изучаемого раздела; ознакомление с основными понятиями и определениями; изложение нового материала; выводы по разделу и подведения итогов достижения цели занятий.

- *самостоятельная работа студентов* (аудиторная и внеаудиторная) должна включать изучение материала на заданную тему. В рамках общего объема часов самостоятельной работы студентов (СРС), отведенных для изучения дисциплины, предусматриваются следующие виды работ: изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий, ответы на контрольные вопросы, подготовка отчетов и защита лабораторных работ.

При изучении теоретического материала рекомендуется использовать учебные пособия:

- Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов / Пер. с англ. С.А. Кулешова под ред. А.Б. Сергиенко. - 2-е изд., испр. - М.: Техносфера, 2009. - 855,[1]с.;

- Основы цифровой обработки сигналов: учеб. пособие для студентов. - 2-е изд., испр. и перераб. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 753с.;

1. Цифровая обработка сигналов : слайды / ФГБОУ «Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого», Великий Новгород, 2014 г. - 155 с.

При выполнении лабораторных работ, рекомендуется использовать учебные пособия и материалы:

- Солонина А.И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB: учеб. пособие для вузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 806с;

- Куприянов М.С. Цифровая обработка сигналов: процессы, алгоритмы, средства проектирования. - СПб.: Политехника, 2000. - 592с;

- справочные материалы и электронная документация программного обеспечения Labview, Matlab и NI Elvis II+.

Методы и средства проведения занятий

Лекционные занятия целесообразно проводить следующим образом: краткое повторения предыдущего материала; постановка цели и задач изучаемого раздела; ознакомление с основными понятиями и определениями; изложение нового материала; выводы по разделу и подведения итогов достижения цели занятий.

Практические занятия в основном строятся следующим образом:

- 80% аудиторного времени отводится на объяснение решения типовой задачи у доски;
- 20% аудиторного времени – начало самостоятельного решения индивидуальных (домашних) задач студентами, ответы на возникающие вопросы;

При проведении учебных лабораторных занятий рекомендуется выполнение лабораторных работ каждым студентом индивидуально.

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование средств мультимедиа при проведении занятий.

Требования к оформлению отчета о работе;

Требования к оформлению отчета по лабораторной работе:

Содержание отчета:

1. Титульный лист
2. Цель работы.
3. Графики, отражающие результаты проведенных исследований.
4. Анализ и обоснование полученных результатов (выводы).

Задания и рекомендации по самостоятельной работе студента;

Самостоятельная работа студентов включает оформление отчетов и подготовку к защите лабораторных работ, выполнение курсовой работы. Рекомендуется выполнять этот вид работы систематически, представлять результаты без задержек. Проявлять инициативу по консультированию с преподавателем.

Требования к технике безопасности, если работа связана с использованием оборудования, энергоносителей, токсичных материалов;

Требования по технике безопасности регламентируются инструкцией по охране труда для пользователей персональных ЭВМ №1 ИОТ.

Организация и проведение контроля.

Контроль знаний студентов заключается в приеме защит отчетов по лабораторным работам.

На 9 неделе целесообразно проведение рубежного контроля по результатам защиты лабораторных работ.

Желательно настроить студентов на планомерную в течение семестра защиту лабораторных работ.

Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Для успешного усвоения модуля и использования полученных знаний, умений и навыков, развития способностей к дальнейшему самообучению от студентов требуется систематическая работа над теоретическим материалом, проявление собственной инициативы по консультированию с преподавателем.

Преподавателю рекомендуется проводить систематический анализ предлагаемого к изучению материала непосредственно после прослушивания лекции и накануне следующего лекционного занятия в виде вопросов, побуждающих к активному общению и обсуждению возможных ответов.

Методические рекомендации по лабораторным занятиям

Перед выполнением задания по лабораторной работе рекомендуется изучить соответствующую тему лекционного курса.

Объект исследования – реализованные на компьютере математические модели радиосигналов и радиотехнических цепей.

Используемое оборудование: компьютер.

В ходе выполнения лабораторной работы рекомендуется делать screen shot и оформлять отчет в электронном виде.

Приложение Б
(обязательное)
Технологическая карта
учебного модуля «Цифровая обработка сигналов»
семестр 5, ЗЕТ 6, вид аттестации ЭКЗ, акад.часов 216, баллов рейтинга 300

№ нед сем	№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успев. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСР С			
1	Введение	2		3	1	9	Лекция, лабораторная работа	62
2-6	Теория дискретных систем	10		15	5	9	Лекция, лабораторная работа	62
7-12	Цифровая фильтрация	12		18	6	9	Лекция, лабораторная работа	62
13-18	Основы спектрального анализа	12		18	6	9	Лекция, лабораторная работа	64
	Экзамен					36		50
Итого:		36		54	18	126		300

Критерии оценки качества освоения студентами модуля

(в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования» от 27.09.2011г. № 32):- оценка «удовлетворительно» – от 150 до 209 баллов

- оценка «хорошо» – от 210 до 269 баллов

- оценка «отлично» – от 270 до 300 баллов

Аттестация проводится на основании анализа следующих форм текущего контроля успеваемости (в соотв. с паспортом ФОС):

- посещаемости лекций,
- представлении отчета и результатов защиты лабораторных работ,

«Отлично» выставляется, если:

- студент овладел необходимыми компетенциями,
- посещал все аудиторные занятия,
- 90% лабораторных работ были сданы вовремя и защищены,

«Хорошо» выставляется, если:

- студент овладел необходимыми компетенциями,
- посещал основную часть аудиторных занятий,
- 70% лабораторных работ были сданы во время и защищены,

«Удовлетворительно» выставляется, если:

- студент овладел необходимыми компетенциями,
- пропускал занятия без уважительной причины,
- 50% лабораторных работ были сданы во время и защищены,

«Неудовлетворительно» выставляется, если:

- пропускал занятия без уважительной причины,
- отчеты лабораторных работ представлялись со значительными задержками,
- защита лабораторных работ показала отсутствие знаний теоретического материала
- решение практических заданий содержало грубые ошибки,
- пояснительная записка курсового проекта содержит многочисленные ошибки или не соответствует ТЗ, а сам курсовой проект требует серьезной доработки.

Приложение В
(обязательное)

Паспорта компетенций

ПК-5 Способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей узлов и устройств радиотехнических систем

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Повышенный	Знание: - этапов проектирования деталей, узлов, устройств; - перечня исходных данных, требуемых для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств на каждом этапе проектирования; - методики расчета и методы проектирования деталей, узлов, устройств; - особенностей функционирования и специфику эксплуатации проектируемых деталей, узлов и устройств.	Знает этапы проектирования и перечень исходных данных, требуемых для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств. Демонстрирует способность к объяснению методов расчета деталей, узлов и устройств. Испытывает трудности при объяснении особенностей функционирования и специфики эксплуатации деталей, узлов и устройств	Знает этапы проектирования и перечень исходных данных, требуемых для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств. Может объяснить суть методов расчета деталей, узлов и устройств. Демонстрирует способность объяснения особенностей функционирования и специфики эксплуатации деталей, узлов и устройств	Знает этапы проектирования и перечень данных, требуемых для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств. Уверенно объясняет суть методов расчета деталей, узлов и устройств. Способен самостоятельно выбирать методики расчета и проектирования. Четко объясняет особенности функционирования и специфику эксплуатации деталей, узлов и устройств
	Умение: определять перечень и диапазон значения параметров деталей, узлов и устройств, требуемых для их расчета и проектирования с учетом специфики их функционирования и эксплуатации	Испытывает трудности с определением перечня и диапазона значения параметров деталей, узлов и устройств, требуемых для их расчета и проектирования с учетом специфики их функционирования и эксплуатации	Демонстрирует способность правильно определять диапазон значений параметров проектируемых деталей, узлов и устройств с учетом специфики их функционирования и эксплуатации.	Умеет правильно определять диапазон значений параметров проектируемых деталей, узлов и устройств с учетом специфики их функционирования и эксплуатации.
	Владение: методами анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов, устройств	Испытывает трудности при выборе метода анализа исходных данных средствами вычислительной техники. Способен провести анализ исходных данных, в том числе и статистический.	Демонстрирует способность использовать средства вычислительной техники при проведении анализа исходных данных, в том числе и статистического.	Способен самостоятельно выбирать и использовать программные средства и методы анализа исходных данных.

Приложение Г
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля «**Цифровая обработка сигналов**»

Направление (специальность) 11.03.01 «Радиотехника»

Формы обучения дневная

Курс 2 Семестр 5

Часов: всего 216, лекций 36, практ. зан. 2, лаб. раб. 54, СРС 18

Обеспечивающая кафедра радиосистем

Таблица 1- Обеспечение модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие для вузов. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2007. - 750,[1]с. 2003.-603с.	20	
2. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов / Пер.с англ. С.А. Кулешова под ред. А.Б. Сергиенко. - 2-е изд., испр. - М. : Техносфера, 2009. - 855с.	5	
Учебно-методические издания		
1 Цифровая обработка сигналов [электронный ресурс]: рабочая программа учебного модуля для направления подготовки 11.03.01 – «Радиотехника» /Сост. В.М.Реганов; НовГУ имени Ярослава Мудрого. – В.Новгород, 2016. – 16 с. Режим доступа: http://novsu.ru .		

Таблица 2 – Информационное обеспечение модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
NI LabVIEW 2012	Ni.com/labview	Установочные диски на кафедре РС

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1 Гадзиковский В. И. Теоретические основы цифровой обработки сигналов. - М. : Радио и связь, 2004. - 343с.	20	

Действительно для учебного года _____ / _____

Заведующий кафедрой РС И.Н. Жукова
20.... г.

Согласовано _____

Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого

Научная библиотека

Сектор учета

НБ НовГУ: м. Библиот.

Калинина Н.А.