

Министерство науки и образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Информационные технологии и системы безопасности

Рабочая программа по дисциплине
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ
Основная профессиональная образовательная программа высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

17.03.01 Корабельное вооружение

Профиль:

Морские информационные системы и оборудование

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения:

Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП


Соколов А.Г.

Утверждаю:

Председатель УМС  И.И. Палкин

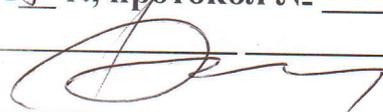
Рекомендована решением

Учебно-методического совета

«19» мая 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

«15» мая 2018 г., протокол № 10

Зав. кафедрой 

Авторы-разработчики:

 Гагарин Ю.И.



Санкт-Петербург 2018

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является обучение разработке и применению математических и программных моделей алгоритмов цифровой обработки сигналов с программно-аппаратными средствами их реализации.

Задача дисциплины

- представление теории и практики цифровой обработки сигналов;
- привить навыки постановки исследовательских задач в части разработки средств обработки сигналов, творческого отношения к избранной профессии, чувство ответственности за достигнутые результаты;
- формировать у студентов знания, умения и навыки, необходимые для разработки телекоммуникационных систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» (шифр Б1.В.ДВ.05.02) для направления подготовки – «Корабельное вооружение» (код 17.03.01) относится к числу дисциплин по выбору из вариативной части.

Для успешного усвоения данной дисциплины необходимо, чтобы студент владел знаниями, умениями и навыками, сформированными в процессе изучения дисциплин:

- «Информатика»,
- «Языки программирования»,
- «Методы программирования»,
- «Моделирование систем и сетей телекоммуникаций»,
- «Электроника и схемотехника».
- «Аппаратные средства телекоммуникационных систем».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ПК-2	способность применять методы организации и проведения диагностирования, исследования и испытаний морской техники современными техническими средствами
ПК-8	способность анализировать технологический процесс как объект управления

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Аппаратные средства телекоммуникационных систем» обучающийся должен:

Код компетенции	Результаты обучения
ПК-2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- методы математического моделирования, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- формулировать задачи, планировать и проводить исследования, включая обработку и оценку достоверности их результатов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">- методами обработки и оценки достоверности результатов исследования.

ПК-8	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи.
------	---

Основные признаки формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Уровень освоения компетенции	Результат обучения	Результат обучения
	ПК-2: Знать, уметь, владеть	ПК-8: Знать, уметь, владеть
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании
	не умеет	не выделяет основные идеи
	не знает	допускает грубые ошибки
базовый	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой
	Способен показать основную идею в развитии	Способен показать основную идею в развитии
	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике
продвинутый	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению
	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа
	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области

	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42
в том числе:	
лекции	14
практические занятия	28
лабораторные работы	-
семинарские занятия	-
Самостоятельная работа (СР) – всего:	66
в том числе:	
контрольная работа	
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен (8)

Структура дисциплины

Очное обучение

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Лаборат. Практич. Семинар	Самост. работа			
1	Введение в ЦОС	8	1	2	4	Устный опрос		ПК-2, ПК-8
2	Линейные дискретные системы	8	1	2	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8

	(ЛДС). Описание во временной области							
3	Z-преобразование	8	1	2	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8
4	ЛДС: описание в z-области	8	0,5	1	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8
5	ЛДС: описание в частотной области	8	0,5	1	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8
6	Структуры ЛДС	8	1	2	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8
7	Фазовые звенья	8	1	2	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8
8	Эффекты квантования	8	1	2	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8
9	Описание дискретных сигналов в частотной области	8	1	2	6	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8
10	Дискретное преобразование Фурье	8	1	2	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8
11	Быстрое преобразование Фурье	8	1	2	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8
12	Случайные процессы	8	1	2	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8
13	Спектральный анализ	8	1	2	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8
14	Цифровые фильтры	8	1	2	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8

15	Синтез фильтр	КИХ-	8	1	1	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8
16	Синтез фильтров	БИХ-	8	1	1	4	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-8
	ИТОГО			14	28	66	20	30	

Лекционные занятия, их содержание

Наименование разделов и тем	Содержание
Введение в ЦОС	ЦОС — что это такое? Основные типы сигналов. Типовые дискретные сигналы. Нормирование частоты. Основная полоса частот. Обобщенная схема ЦОС.
Линейные дискретные системы (ЛДС). Описание во временной области	Определение и свойства ЛДС. Математическое описание. Нулевые начальные условия. Физическая реализуемость. Импульсная характеристика. Формула свертки. Разностное уравнение. КИХ и БИХ. Устойчивость. Первый критерий устойчивости.
Z-преобразование	Преобразование Лапласа. Z-преобразование. Основные свойства Z-преобразования. Обратное Z-преобразование. Основные способы вычисления. Связь комплексных p - и z -плоскостей. Смысл нормированной частоты. Таблица соответствий.
ЛДС: описание в z-области	Передаточная функция. Соотношения вход/выход. Рекурсивные звенья 1-го и 2-го порядков. Карта нулей и полюсов. Взаимосвязь передаточной функции и разностного уравнения. Разновидности представления передаточной функции рекурсивной ЛДС. Второй критерий устойчивости ЛДС.
ЛДС: описание в частотной области	Частотная характеристика. АЧХ и ФЧХ. Соотношения вход/выход в частотной области. Основные свойства АЧХ и ФЧХ. Расчет АЧХ и ФЧХ. Экспресс - анализ АЧХ. Анализ рекурсивного звена 2-го порядка.
Структуры ЛДС	Определение структуры. Структуры рекурсивной ЛДС. Прямая структура. Прямая каноническая структура. Каскадная структура. Параллельная структура. Прямая структура нерекурсивной ЛДС.
Фазовые звенья	Минимально-фазовые и неминимально-фазовые ЛДС. Определение и свойства фазового окна. Фазовый корректор. Структуры фазового звена.
Эффекты квантования	Квантование данных. Источники ошибок квантования.
Описание дискретных сигналов в частотной области	Спектральная плотность. Свойства спектральной плотности. Операции со спектральной плотностью.
Дискретное	Симметричные ряды Фурье. Свойства дискретного

преобразование Фурье	преобразования Фурье. Вычисление линейной свертки.
Быстрое преобразование Фурье	Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Обратное преобразование Фурье. Оценки вычисления сложности.
Случайные процессы	Статистические характеристики случайного процесса. Стационарный случайный процесс. Эргодический случайный процесс. Белый шум.
Спектральный анализ	Непараметрические методы. Параметрические методы.
Цифровые фильтры	Определение и классификация ЦФ. Основные этапы проектирования ЦФ. Задание требований к АЧХ. КИХ-фильтры с линейной ФЧХ. Четыре типа КИХ-фильтров с ЛФЧХ. Прямая приведенная структура КИХ-фильтра.
Синтез КИХ-фильтров методом окон	Синтез идеального КИХ-фильтра. Синтез КИХ-фильтра методом окон. Итерационная процедура синтеза КИХ-фильтра методом окон.
Синтез КИХ-фильтров методом наилучшей равномерной (чебышевской) аппроксимации	Синтез КИХ-фильтров методом наилучшей равномерной (чебышевской) аппроксимации. Теорема Чебышева и следствия из нее. Итерационная процедура синтеза оптимального КИХ-фильтра.
Синтез БИХ-фильтров	Синтез БИХ-фильтров на основе АФП. Метод инвариантности импульсной характеристики. Метод билинейного Z-преобразования. Свойства билинейного Z-преобразования. Процедура синтеза БИХ-фильтра методом билинейного Z-преобразования.

Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	Линейные дискретные сигналы.	Моделирование детерминированных последовательностей	Практ. занятие	ПК-2, ПК-8
2	Описание дискретных сигналов во временной области.	Моделирование случайных последовательностей	Практ. занятие	ПК-2, ПК-8
3	Линейные дискретные системы.	Импульсная характеристика	Практ. занятие	ПК-2, ПК-8
4	Описание ЛДС во временной области.	Параметры ЛДС	Практ. занятие	ПК-2, ПК-8
5	Описание ЛДС в z-	Передаточная функция	Практ. занятие	ПК-2, ПК-8

	области			
6	Описание ЛДС в частотной области	Амплитудно частотная характеристика	Практ. занятие	ПК-2, ПК-8
7	Структуры звеньев 2-го порядка	Виды передаточной функции	Практ. занятие	ПК-2, ПК-8
8	Синтез и анализ КИХ фильтров	Характеристики КИХ фильтров	Практ. занятие	ПК-2, ПК-8
9	Синтез и анализ БИХ фильтров	Характеристики БИХ фильтров	Практ. занятие	ПК-2, ПК-8

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Текущий контроль

Тесты, эссе. Устная проверка знания по темам лабораторных работ.

а). Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

Задание.

1. Дискретное и дискретное нормированное время.
2. Цифровой единичный импульс и его фильтрующее свойство.
3. Нормированные частоты.
4. Основная полоса частот.
5. Z -преобразование (формула) и его свойства.
6. Связь комплексных переменных z и p (формула).
7. Отображение на z -плоскость основных объектов p -плоскости.
8. Таблица соответствий.
9. Система, линейная, дискретная, стационарная.
10. ННУ и физическая реализуемость.
11. ИХ. Формула свертки. Что и как по ней вычисляется.
12. РУ и метод вычисления реакции.
13. Передаточная функция (определение).
14. Критерии устойчивости.
15. Два типа ЛДС (названия, РУ, ИХ, передаточная функция, устойчивость).
16. АЧХ, ФЧХ (определения и свойства).
17. Структура ЛДС (что отображает, чем определяется вид).

б). Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

1. Дискретное нормированное время.
2. Формула свертки
3. Z-преобразование
4. Структура ЛДС
5. Разностное уравнение

Методические указания по организации самостоятельной работы

Целью самостоятельной работы является повышение уровня знаний студентов, их умения ориентироваться в аспектах профессиональной деятельности, приобретение навыков, практических знаний в дальнейшей профессиональной деятельности.

Самостоятельная работа дает возможность студентам проверить, а преподавателю решить задачи контроля уровня усвоения рассматриваемых тем, выявить пробелы в знаниях и наметить пути их устранения. Самостоятельная работа способствует выработке у студентов умений грамотно и четко формировать и излагать свои мысли, вести творческую дискуссию, отстаивать свои мнения и убеждения. По темам дисциплины дан перечень наиболее важных вопросов курса, а также список литературы. При подготовке к семинарскому занятию необходимо обращаться к конспекту лекций и первоисточникам.

Важным этапом самостоятельной подготовки является изучение соответствующих разделов в учебниках и учебных пособиях, и только после этого, когда уже имеется теоретическая база для уяснения более сложного материала, нужно приступить к выполнению практических и лабораторных заданий.

Промежуточный контроль:

Экзамен

Образцы билетов к экзамену

Российский государственный гидрометеорологический университет

Кафедра морских информационных систем

Дисциплина: Цифровая обработка сигналов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

ВОПРОС 1

Нулевые начальные условия.

ВОПРОС 2

Разностное уравнение.

Рассмотрено на заседании кафедры “ _____ ” _____ Г

“Утверждаю” Зав. кафедрой

Российский государственный гидрометеорологический университет

Кафедра морских информационных систем

Дисциплина: Цифровая обработка сигналов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

ВОПРОС 1

Структура линейной дискретной системы.

ВОПРОС 2

Формула свертки.

Рассмотрено на заседании кафедры “ _____ ” _____ г

“Утверждаю” Зав. кафедрой

Российский государственный гидрометеорологический университет

Кафедра морских информационных систем

Дисциплина: Цифровая обработка сигналов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

ВОПРОС 1

Z-преобразование .

ВОПРОС 2

Основная полоса частот.

Рассмотрено на заседании кафедры “ _____ ” _____ г

“Утверждаю” Зав. кафедрой

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: Практическое пособие Учебное пособие / Гадзиковский В.И. - М.:СОЛОН-Пр., 2014. - 766 с. ISBN 978-5-91359-117-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=883840>

б) дополнительная литература

В.И. Лузин, Н.П. Никитин, В.И. Гадзиковский. Основы формирования, передачи и приема цифровой информации: учебное пособие. - М.: СОЛОН-Пр., 2014. - 316 с.: 70x100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-321-01961-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=493066>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<https://biblio-online.ru> – ЭБС Юрайт;

<http://elib.rshu.ru/> - ЭБС [ГидроМетеоОнлайн](http://hydro-meteo-online.ru) структурная часть фонда библиотеки

РГГМУ

<http://www.prospektnauki.ru> - ЭБС издательства «Прспект науки»

<http://znanium.com> – ЭБС znanium.com

www.intuit.ru – Национальный открытый университет

www.inf1.info/ - Планета Информатики

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для усвоения материала рекомендуется вести конспект лекций и семинаров. При самостоятельной работе, в особенности при подготовке докладов, возможно и нужно обращаться за консультациями к преподавателю в индивидуальном режиме, что можно

сделать как в личном общении, так и через электронные средства связи.

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Презентации по темам лекций и семинаров

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Структура ЛДС	Лекция, семинар Мультимедийные технологии	windows 7 66233003 24.12.2015 office 2007 41964944 23.03.2007 Антивирус: dr Web LBW-BC-12M-485-A1 КОНТРАКТ № 0372100040318000015
Формула свертки	Лекция, семинар Мультимедийные технологии	windows 7 66233003 24.12.2015 office 2007 41964944 23.03.2007 Антивирус: dr Web LBW-BC-12M-485-A1 КОНТРАКТ № 0372100040318000015
Метод окон	Лекция, семинар Мультимедийные технологии	windows 7 66233003 24.12.2015 office 2007 41964944 23.03.2007 Антивирус: dr Web LBW-BC-12M-485-A1 КОНТРАКТ № 0372100040318000015
Оптимальный фильтр	Лекция, семинар Мультимедийные технологии	windows 7 66233003 24.12.2015 office 2007 41964944 23.03.2007 Антивирус: dr Web LBW-BC-12M-485-A1 КОНТРАКТ № 0372100040318000015

9. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – укомплектовано специализированной мебелью для хранения оборудования и техническими средствами для его обслуживания.

Лаборатория – компьютерный класс с ЛВС связанной с интернетом и мультимедиа.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2019/2020 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры «Морские информационные системы»

от 28 августа 2019 № 8/19