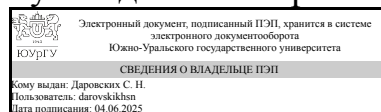


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



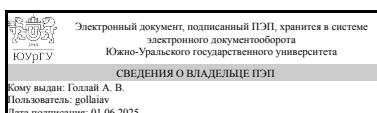
С. Н. Даровских

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.07 Современные методы цифровой обработки сигналов в инфокоммуникационных системах  
для направления 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Радиоэлектроника и системы связи

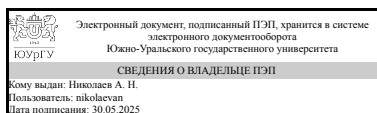
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 958

Зав.кафедрой разработчика,  
Д.техн.н., доц.



А. В. Голлай

Разработчик программы,  
доцент



А. Н. Николаев

## 1. Цели и задачи дисциплины

сформировать у обучающихся навыки комплексной разработки систем цифровой обработки сигналов с использованием современных методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов. Задачи дисциплины: - изучить современные методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов в системах реального времени; - научить современным подходам к проектированию систем цифровой обработки сигналов с использованием математического и имитационного моделирования таких систем; - получить навыки программирования современных процессоров цифровой обработки сигналов.

## Краткое содержание дисциплины

Аналоговые интерфейсы ввода-вывода систем цифровой обработки сигналов. Современные методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов. Моделирование систем цифровой обработки сигналов. Архитектура и программирование процессоров цифровой обработки сигналов.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                                                    | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла                                                                                                                                                                   | Знает: Методы проведения экспериментальных исследований устройств цифровой обработки сигналов.<br>Умеет: Планировать проведение эксперимента и анализировать результаты экспериментальных исследований устройств цифровой обработки сигналов.<br>Имеет практический опыт: Владения современным программным обеспечением, приборами и оборудованием для разработки, настройки и испытаний устройств ЦОС. |
| ПК-6 Способность к разработке моделей различных технологических процессов и проверке их адекватности на практике, готовность использовать пакеты прикладных программ анализа и синтеза инфокоммуникационных систем, сетей и устройств. | Знает: методы цифровой обработки и формирования сигналов.<br>Умеет: разрабатывать алгоритмы цифровой обработки сигналов. осуществлять расчет основных показателей качества инфокоммуникационных систем и/или их составляющих.<br>Имеет практический опыт: владения современными САПР для разработки программного обеспечения устройств цифровой обработки сигналов.                                     |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                            |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нет                                                           | ФД.01 Современные методы разработки цифровых устройств,<br>1.Ф.01 Теория помехоустойчивого кодирования |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                                                                | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                                                                   |             | Номер семестра                     |
|                                                                                                                   |             | 1                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                                                                     | 108         | 108                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                                                        | 48          | 48                                 |
| Лекции (Л)                                                                                                        | 16          | 16                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)                                        | 32          | 32                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                                                          | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                                                               | 51,5        | 51,5                               |
| Семестровое задание на тему "Разработка модели и программного обеспечения устройства цифровой обработки сигналов" | 51,5        | 51.5                               |
| Консультации и промежуточная аттестация                                                                           | 8,5         | 8,5                                |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                                                          | -           | экзамен                            |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины               | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Аналоговые интерфейсы ввода-вывода систем ЦОС  | 10                                        | 4 | 6  | 0  |
| 2         | Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов | 20                                        | 6 | 14 | 0  |
| 3         | Процессоры ЦОС                                 | 18                                        | 6 | 12 | 0  |

##### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                | Кол-во часов |
|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов. Теорема о низкочастотной и полосовой дискретизации. Зоны Найквиста. Фильтры защиты от наложения спектров. Спектр дискретного сигнала. Апертурные искажения. Выборка с запасом по частоте. | 2            |
| 2        | 1         | Квантование сигнала в процессе аналого-цифрового преобразования.                                                                                                                                                                                       | 2            |

|   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |
|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   |   | Характеристики ошибок квантования. Представление чисел на выходе АЦП. Динамический диапазон АЦП. Форматы чисел с фиксированной и плавающей точкой.                                                                                                                                           |   |
| 3 | 2 | Преобразование частоты дискретизации. Прореживание и интерполяция. Преобразование частоты дискретизации с нецелым шагом. Требования к характеристикам фильтров интерполяторов и дециматоров. Полифазная реализация фильтров. ИГФ (CIC) фильтры.                                              | 2 |
| 4 | 2 | Квадратурная обработка сигналов. Квадратурное представление сигналов во временной и частотной области. Получение квадратурных сигналов. Квадратурные модуляторы и демодуляторы. Рабочий частотный диапазон и мгновенная полоса частот квадратурного приемника.                               | 4 |
| 5 | 3 | Основные узлы микропроцессора. Адресное пространство. Способы адресации. Процессоры с архитектурой фон Неймана и гарвардской архитектурой. Структура команды. Алгоритм выполнения команд микропроцессором. Конвейерное выполнение команд. SIMD. VLIW.                                        | 3 |
| 6 | 3 | Особенности архитектуры процессоров цифровой обработки сигналов. Вычислительные устройства сигнальных процессоров. Особенности выполнения команд умножения и сложения в процессорах с плавающей и фиксированной точкой. Назначение генераторов адресов данных. Адресация кольцевых массивов. | 3 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Моделирование процессов аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования в Matlab | 6            |
| 2         | 2         | Моделирование источников сигналов с различными видами модуляции                       | 4            |
| 3         | 2         | Моделирование квадратурного приемника с функциями демодуляции сигналов                | 6            |
| 4         | 2         | Моделирование цифровых фильтров для обработки данных в формате с фиксированной точкой | 4            |
| 5         | 3         | Разработка и отладка программного обеспечения процессора ADSP-BF-537                  | 6            |
| 6         | 3         | Работа с отладочной платой процессора ADSP-BF-537                                     | 6            |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                                                                                                    |                                                                            |         |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                                                                                                        | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Семестровое задание на тему "Разработка модели и программного обеспечения устройства цифровой обработки сигналов" | Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов. Глава 13, стр. 457 - 538           | 1       | 51,5         |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля             | Название контрольного мероприятия                                                                                         | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                       | Учитывается в ПА |
|------|----------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 1        | Текущий контроль         | Работа над индивидуальным проектом: анализ существующих методов решения задачи, выбор и обоснование метода решения задачи | 1   | 20         | Проведен подробный анализ источников (литература, интернет), проведено сравнение и обоснование выбора метода решения задачи – 20<br>Метод решения выбран без обоснования – 10                                                                                   | экзамен          |
| 2    | 1        | Текущий контроль         | Работа над индивидуальным проектом: разработка структурных и функциональных схем, математических моделей, алгоритмов      | 1   | 20         | Разработаны структурные и функциональные схемы устройства обработки сигналов (согласно варианту задания), математические модели и/или алгоритмы – 20<br>Представлены только формулы (математические модели) – 10                                                | экзамен          |
| 3    | 1        | Текущий контроль         | Работа над индивидуальным проектом: моделирование в среде Simulink                                                        | 1   | 25         | Модель в среде Simulink с представлением данных в формате с фиксированной точкой – 25<br>Модель Simulink с представлением данных в формате с плавающей точкой – 15<br>Модель, реализующая только часть алгоритма – 10                                           | экзамен          |
| 4    | 1        | Текущий контроль         | Работа над индивидуальным проектом: программная реализация на отладочной плате                                            | 1   | 35         | Устройство, функционирующее в соответствии с заданием – 35<br>Устройство функционирует, но не выполнены все технические требования – 25<br>Написан программный код, но не проведена отработка на отладочной плате – 15<br>Написана часть программного кода - 10 | экзамен          |
| 5    | 1        | Промежуточная аттестация | экзамен                                                                                                                   | -   | 100        | Оценка за экзамен выставляется на основе баллов, набранных по результатам выполнения заданий текущего контроля.<br>Студент может получить дополнительные баллы, ответив на экзамене на дополнительные вопросы.<br>Правильный ответ на один вопрос -             | экзамен          |

|  |  |  |  |  |            |  |
|--|--|--|--|--|------------|--|
|  |  |  |  |  | 10 баллов. |  |
|--|--|--|--|--|------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                 | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| экзамен                      | Собеседование по теоретическому материалу дисциплины | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                              | № КМ |   |    |     |   |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|----|-----|---|
|             |                                                                                                                                                                  | 1    | 2 | 3  | 4   | 5 |
| УК-2        | Знает: Методы проведения экспериментальных исследований устройств цифровой обработки сигналов.                                                                   | ++   |   |    |     | + |
| УК-2        | Умеет: Планировать проведение эксперимента и анализировать результаты экспериментальных исследований устройств цифровой обработки сигналов.                      | ++   |   |    |     | + |
| УК-2        | Имеет практический опыт: Владения современным программным обеспечением, приборами и оборудованием для разработки, настройки и испытаний устройств ЦОС.           |      |   |    | +++ |   |
| ПК-6        | Знает: методы цифровой обработки и формирования сигналов.                                                                                                        | +    |   |    |     | + |
| ПК-6        | Умеет: разрабатывать алгоритмы цифровой обработки сигналов. осуществлять расчет основных показателей качества инфокоммуникационных систем и/или их составляющих. |      |   | ++ |     | + |
| ПК-6        | Имеет практический опыт: владения современными САПР для разработки программного обеспечения устройств цифровой обработки сигналов.                               |      |   |    | ++  |   |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Куприянов, М. С. Цифровая обработка сигналов: Процессоры. Алгоритмы. Средства проектирования. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Политехника, 2000. - 592 с. ил.
2. Гольденберг, Л. М. Цифровая обработка сигналов Учеб. пособие для ин-тов связи спец. 2307, 2306, 2305 Л. М. Гольденберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляк. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1990. - 256 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений Р. Гонсалес, Р. Вудс; Пер. с англ. П. А. Чочиа. - М.: Техносфера, 2005. - 1070 с. ил.
2. Даджион, Дэн Э. Цифровая обработка многомерных сигналов Пер. с англ. В. А., К. Г. Финогенова; Под ред. Л. П. Ярославского. - М.: Мир, 1988. - 488 с. ил.
3. Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры в системах подвижной радиосвязи : учебник / В. Н. Васюков. - Новосибирск : Издательство НГТУ, 2006. - 288, [3] с. : ил.

4. Гольденберг Л. М. Цифровая обработка сигналов : справочник / Л. М. Гольденберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляк. - М. : Радио и связь, 1985. - 312 с. : ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Цифровая обработка сигналов
2. Цифровая обработка сигналов : науч.-техн. журн. / ООО "КБ ВП". - М., 2003-2016. -

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Микропроцессорные устройства

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Микропроцессорные устройства

### Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          | 448<br>(36) | ПЭВМ, проектор, интерактивная доска                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Практические занятия и семинары | 448<br>(36) | Отладочные платы на базе сигнального процессора ADSP-BF-537, генератор сигналов GFG-8250A, цифровой осциллограф Тектроникс TDS, генератор , источник питания Matrix MPS-3003 LK-3, персональный компьютер Атлон 4000+, монитор ЖК 19 дюймов ИНТЕРАКТИВНЫЙ ЭКРАН НА ОСНОВЕ ПЛАЗМЕННОЙ ПАНЕЛИ Smart technologies PA350 |
| Экзамен                         | 448<br>(36) | Отладочные платы на базе сигнального процессора ADSP-BF-537, генератор сигналов GFG-8250A, цифровой осциллограф Тектроникс TDS, генератор , источник питания Matrix MPS-3003 LK-3, персональный компьютер Атлон 4000+, монитор ЖК 19 дюймов ИНТЕРАКТИВНЫЙ ЭКРАН НА ОСНОВЕ ПЛАЗМЕННОЙ ПАНЕЛИ Smart technologies PA350 |