

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 11 » апреля 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Цифровая обработка сигналов в системах управления объектами  
робототехнике  
\_\_\_\_\_ (наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 15.04.06 Мехатроника и робототехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Интеллектуальная промышленная робототехника  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Кратко представлены основные понятия цифровой обработки сигналов и необходимый математический аппарат. Рассматриваются модели и преобразования дискретных и цифровых сигналов. Особое внимание уделено алгоритмам быстрого преобразования Фурье и их применению в цифровом спектральном анализе. Рассмотрены методы классификации и процедура проектирования линейных цифровых фильтров, обсуждаются эффекты квантования и округления в цифровых фильтрах.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

анализ влияния квантования коэффициентов, деформация шкалы частот, диапазон частот, дискретизирующая последовательность, дисперсия ошибки, затухание фильтра, изменение частоты дискретизации, интенсивность шумов, интервал дискретизации, коэффициенты разложения, метод инвариантности, модель шумов квантования, наложение спектров, область сходимости, период дискретизации, полоса задерживания, полоса подавления, полоса пропускания, полоса частот, преобразование Гильберта, преобразование спектра, преобразование Фурье, преобразование частоты дискретизации, разрешающая способность, распределение ошибки, согласованные фильтры, теорема Уиттекера, фильтры Баттерворта, формула Эйлера, частота дискретизации

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-11	ИД-1ОПК-11	Знает методы и программные средства проектирования устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем	Знает методы и программные средства проектирования устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем	Защита лабораторной работы
ОПК-11	ИД-2ОПК-11	Умеет применять программный инструментарий разработки технического и программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем	Умеет применять программный инструментарий разработки технического и программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-11	ИД-3ОПК-11	Владеет опытом использования стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной техники для создания устройств и систем мехатроники и робототехники	Владеет опытом использования стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной техники для создания устройств и систем мехатроники и робототехники	Творческое задание
ОПК-13	ИД-1ОПК-13	Знает основные положения, законы и методы естественных наук и математики и порядок их применения для формирования моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем	Знает основные положения, законы и методы естественных наук и математики и порядок их применения для формирования моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем	Отчёт по практическому занятию
ОПК-13	ИД-2ОПК-13	Умеет анализировать научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Умеет анализировать научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Творческое задание
ОПК-13	ИД-3ОПК-13	Владеет навыками выбора возможных вариантов решения задачи на основе математического моделирования мехатронных и робототехнических систем	Владеет навыками выбора возможных вариантов решения задачи на основе математического моделирования мехатронных и робототехнических систем	Индивидуальное задание
ПКО-2	ИД-1ПКО-2	Знает современные программные средства и методы математического моделирования и экспериментального исследования процессов и объектов робототехники	Знает современные программные средства и методы математического моделирования и экспериментального исследования процессов и объектов робототехники	Доклад
ПКО-2	ИД-2ПКО-2	Умеет выполнять вычислительные эксперименты в соответствии с выбранными средствами	Умеет выполнять вычислительные эксперименты в соответствии с выбранными средствами	Отчёт по практическому занятию
ПКО-2	ИД-3ПКО-2	Владеет навыками анализа результатов проведенных	Владеет навыками анализа результатов проведенных теоретических и	Творческое задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		теоретических и экспериментальных исследований и составления рекомендаций по совершенствованию устройств и систем робототехники	экспериментальных исследований и составления рекомендаций по совершенствованию устройств и систем робототехники	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	36	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Модели и преобразования дискретных и цифровых сигналов	9	4	4	27
дискретизирующая последовательность, коэффициенты разложения, модулированная импульсная последовательность, область сходимости, обработка сигналов, преобразование Фурье, ряд Фурье, теорема отсчетов, теорема Уиттекера, теория связи, фильтрующие свойства, формула Эйлера, частота дискретизации				
Дискретные и цифровые фильтры	9	4	6	27
алгоритм работы фильтра, деформация шкалы частот, диапазон частот, затухание фильтра, метод инвариантности, область затухания, период дискретизации, полоса задерживания, полоса подавления, полоса пропускания, порядок фильтра, преобразование Фурье, разрешающая способность, расчёт порядка фильтра, согласованные фильтры, усечение ряда Фурье, фильтры Баттерворта, частота среза, ширина (ДН) главного лепестка				
Эффекты конечной разрядности при представлении чисел в цифровых фильтрах	9	4	4	27
дисперсия ошибки, интенсивность шумов, модель шумов квантования, ошибка квантования, ошибка округления, полоса подавления, полоса пропускания, процесс квантования, распределение ошибки, распределение ошибки квантования, структура фильтра, установившийся режим, шаг квантования, шум квантования, шум округления				
Специальные алгоритмы цифровой обработки сигналов	9	4	4	27
алгоритм работы ких-фильтра, интервал дискретизации, наложение спектров, повышение частоты дискретизации, полоса частот, понижение частоты дискретизации, преобразование Гильберта, преобразование частоты дискретизации, процесс обработки, синтезированная апертура, сопряжённый сигнал, уравнение работы, частота дискретизации, экспандер частоты дискретизации				
ИТОГО по 2-му семестру	36	16	18	108
ИТОГО по дисциплине	36	16	18	108

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Максимальная частота в спектре звукового сигнала равна 20 кГц. Рассчитать минимальный период дискретизации в АЦП, при котором эффект наложения отсутствует?
2	Опишите метод восстановления непрерывного сигнала из дискретных выборок, непосредственно вытекающий из теоремы УКШ?
3	Опишите условие, при котором последовательность, полученная с помощью гармонического сигнала, не является периодической

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Разработайте фильтр считывания положения звена манипулятора, минимизирующий эффект джиттера
2	Обучите нейронную сеть отделению цифрового шума матрицы фотоаппарата

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.</p> <p>Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов. СПб : Питер, 2003. 603 с.	38
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Фрейман В. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2021. 113 с. 7,25 усл. печ. л.	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Основы цифровой обработки сигналов : учеб. пособие / В. Г. Коберниченко ; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 150 с.	<a href="https://clck.ru/ejdhV">https://clck.ru/ejdhV</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	"цифровая обработка сигналов" - вопросы и статьи по данной теме в сообществе инженеров // <a href="http://hub.exponenta.ru">hub.exponenta.ru</a>	<a href="https://clck.ru/ejdcC">https://clck.ru/ejdcC</a>	сеть Интернет; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Debian (GNU GPL)
Офисные приложения.	LibreOffice 6.2.4. OpenSource, бесплатен.
Среды разработки, тестирования и отладки	Java (JDK + JRE) Sun License (GPL) свободное ПО
Среды разработки, тестирования и отладки	NetBeans ( SUN PUBLIC LICENSE)
Среды разработки, тестирования и отладки	PIP (The Python Package Installer) Free

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Банк данных угроз безопасности информации Федеральной службы по техническому и экспортному контролю	<a href="https://bdu.fstec.ru/">https://bdu.fstec.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Персональный компьютер	15
Лекция	Ноутбук, проектор	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	15

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе