

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Вятский государственный университет»  
(ВятГУ)  
г. Киров

Утверждаю  
Директор/Декан Репкин Д. А.



Номер регистрации  
РПД\_3-11.03.02.04\_2021\_119099  
Актуализировано: 29.04.2021

**Рабочая программа дисциплины**  
**Цифровая обработка сигналов**

	наименование дисциплины
Квалификация выпускника	Бакалавр
Направление подготовки	11.03.02
	шифр
	Инфокоммуникационные технологии и системы связи
	наименование
Направленность (профиль)	3-11.03.02.04
	шифр
	Сети и системы связи
	наименование
Формы обучения	Заочная, Очная
	наименование
Кафедра-разработчик	Кафедра радиоэлектронных средств (ОРУ)
	наименование
Выпускающая кафедра	Кафедра радиоэлектронных средств (ОРУ)
	наименование

## Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Лесников Владислав Алексеевич

---

ФИО

## Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины	Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с принципами цифровой обработки сигналов (ЦОС), алгоритмами, реализующими эти принципы, устройствами ЦОС, в том числе сигнальными процессорами, применениями ЦОС в устройствах вычислительной техники, бытовой и промышленной РЭА.
Задачи дисциплины	Приобретение знаний, умений и навыков в области описания, представления и преобразований сигналов, описания и разработки систем обработки сигналов, основных алгоритмов ЦОС, программной и аппаратной реализации алгоритмов ЦОС.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

#### Компетенция ПК-7

Способен осуществлять разработку структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений		
Знает	Умеет	Владеет
методы математического описания линейных дискретных систем, цифровых фильтров; современное состояние рынка цифровых сигнальных процессоров, используемых для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов (ЦОС); современные методы решения задач ЦОС; аппаратно-программные платформы реализации алгоритмов ЦОС; основные этапы синтеза, анализа и проектирования цифровых фильтров (ЦФ)	выполнять математическое описание и производить компьютерное моделирование линейных дискретных систем; обосновывать выбор типа ЦФ, задавать требования к частотным характеристикам ЦФ; синтезировать ЦФ и анализировать его характеристики средствами компьютерного моделирования; вычислять дискретное преобразование Фурье (ДПФ) дискретного сигнала с помощью алгоритмов БПФ средствами компьютерного моделирования; проводить анализ и этапы проектирования ЦФ	готовностью компьютерного моделирования линейных дискретных систем и дискретных сигналов; способностью компьютерного анализа, проектирования и расчета устройств ЦОС; готовностью изучения новых алгоритмов ЦОС и их программной или аппаратной реализации; умением проводить расчеты ЦФ с использованием как стандартных методов, приемов и средств компьютерного проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ

#### Компетенция ПК-9

Способен обеспечить эксплуатацию и развитие сетей радиодоступа		
Знает	Умеет	Владеет
роль ЦОС в современных системах связи;	выбирать перспективные методы и средства ЦОС;	способностью содействовать внедрению

<p>современные тенденции развития сферы ЦОС; основы теории устойчивости дискретных и цифровых фильтров; метод математического описания дискретных сигналов с помощью ДПФ, алгоритм БПФ</p>	<p>применять методы ЦОС при разработке средств связи; обосновывать выбор структуры системы ЦОС; анализировать новые алгоритмы ЦОС</p>	<p>современных технологий ЦОС; навыками выбора методов, алгоритмов и средств ЦОС для средств связи; готовностью выбора аппаратных и/или программных средств для решения задач ЦОС; методами оценки эффективности новых алгоритмов ЦОС</p>
--	---	---

**Структура дисциплины**  
**Тематический план**

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Шифр формируемых компетенций
1	Основные понятия ЦОС	ПК-7, ПК-9
2	Сигналы и системы обработки сигналов	ПК-7, ПК-9
3	Цифровая фильтрация	ПК-7, ПК-9
4	Дискретное преобразование Фурье	ПК-7, ПК-9
5	Реализация алгоритмов ЦОС	ПК-7
6	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	ПК-7, ПК-9

**Формы промежуточной аттестации**

Зачет	Не предусмотрен (Очная форма обучения) Не предусмотрен (Заочная форма обучения)
Экзамен	7 семестр (Очная форма обучения) 8 семестр (Заочная форма обучения)
Курсовая работа	Не предусмотрена (Очная форма обучения) Не предусмотрена (Заочная форма обучения)
Курсовой проект	Не предусмотрена (Очная форма обучения) Не предусмотрена (Заочная форма обучения)

### Трудоемкость дисциплины

Форма обучения	Курсы	Семестры	Общий объем (трудоемкость)		Контактная работа, час	в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час				Самостоятельная работа, час	Курсовая работа (проект), семестр	Зачет, семестр	Экзамен, семестр
			Часов	ЗЕТ		Всего	Лекции	Семинарские, практические занятия	Лабораторные занятия				
Очная форма обучения	4	7	180	5	108.5	72	36	18	18	71.5			7
Заочная форма обучения	4	7, 8	180	5	26.5	24	8	8	8	153.5			8

## Содержание дисциплины

### Очная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
<b>Раздел 1 «Основные понятия ЦОС»</b>		<b>20.50</b>
<b>Лекции</b>		
Л1.1	Основные понятия ЦОС	2.00
Л1.2	Математические основы ЦОС	2.00
Л1.3	Дискретизация и квантование сигналов	4.00
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П1.1	Спектр дискретизированных сигналов	2.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С1.1	Проработка лекционного материала	4.00
С1.2	Проработка материалов практических занятий	2.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	4.50
<b>Раздел 2 «Сигналы и системы обработки сигналов»</b>		<b>40.50</b>
<b>Лекции</b>		
Л2.1	Классификация, параметры и преобразования сигналов	4.50
Л2.2	Основы теории линейных систем	4.50
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П2.1	z-преобразование. Обратное z-преобразование	2.00
<b>Лабораторные занятия</b>		
Р2.1	Нули и полюсы линейных дискретных систем	4.00
Р2.2	АЧХ линейных дискретных систем	4.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С2.1	Проработка лекционного материала	4.00
С2.2	Проработка материалов практических занятий	4.00
С2.3	Подготовка к лабораторным работам	4.50
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	9.00
<b>Раздел 3 «Цифровая фильтрация»</b>		<b>71.50</b>
<b>Лекции</b>		
Л3.1	Этапы синтеза ЦФ	1.00
Л3.2	Синтез передаточной функции ЦФ	4.00
Л3.3	Структурный синтез ЦФ	4.00
Л3.4	Эффекты, связанные с конечной длиной слова	4.00
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П3.1	Матричное описание структур ЦФ	1.00
П3.2	Моделирование ЦФ с произвольной структурой	1.00
П3.3	Передаточная функция ЦФ с произвольной структурой	2.00
П3.4	Структурный синтез ЦФ на основе представлений передаточной функции	6.00
П3.5	Структурный синтез ЦФ на основе предварительного синтеза структуры аналогового фильтра	4.00

<b>Лабораторные занятия</b>		
Р3.1	Синтез ЦФ на функциональном уровне	4.00
Р3.2	Синтез, анализ и моделирование ЦФ с заданной структурой	6.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С3.1	Проработка лекционного материала	6.50
С3.2	Проработка материалов практических занятий	13.00
С3.3	Подготовка к лабораторным работам	6.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР3.1	Контактная внеаудиторная работа	9.00
<b>Раздел 4 «Дискретное преобразование Фурье»</b>		<b>15.00</b>
<b>Лекции</b>		
Л4.1	Определение, свойства и применение ДПФ	2.00
Л4.2	Алгоритмы вычисления ДПФ. БПФ	2.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С4.1	Проработка лекционного материала	2.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР4.1	Контактная внеаудиторная работа	9.00
<b>Раздел 5 «Реализация алгоритмов ЦОС»</b>		<b>5.50</b>
<b>Лекции</b>		
Л5.1	Реализация алгоритмов ЦОС на процессорах общего назначения, на сигнальных процессорах	1.00
Л5.2	Реализация алгоритмов ЦОС на графических процессорах, заказных СБИС, ПЛИС	1.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С5.1	Проработка лекционного материала	1.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР5.1	Контактная внеаудиторная работа	2.50
<b>Раздел 6 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»</b>		<b>27.00</b>
Э6.1	Подготовка к сдаче экзамена	24.50
КВР6.1	Консультация перед экзаменом	2.00
КВР6.2	Сдача экзамена	0.50
<b>ИТОГО</b>		<b>180.00</b>

### Заочная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
<b>Раздел 1 «Основные понятия ЦОС»</b>		<b>24.50</b>
<b>Лекции</b>		
Л1.1	Основные понятия ЦОС	0.50
Л1.2	Математические основы ЦОС	0.50
Л1.3	Дискретизация и квантование сигналов	0.50
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П1.1	Спектр дискретизированных сигналов	
<b>Самостоятельная работа</b>		



C1.1	Проработка лекционного материала	15.00
C1.2	Проработка материалов практических занятий	8.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	
<b>Раздел 2 «Сигналы и системы обработки сигналов»</b>		<b>39.50</b>
<b>Лекции</b>		
Л2.1	Классификация, параметры и преобразования сигналов	1.00
Л2.2	Основы теории линейных систем	1.50
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П2.1	z-преобразование. Обратное z-преобразование	
<b>Лабораторные занятия</b>		
Р2.1	Нули и полюсы линейных дискретных систем	
Р2.2	АЧХ линейных дискретных систем	
<b>Самостоятельная работа</b>		
C2.1	Проработка лекционного материала	20.00
C2.2	Проработка материалов практических занятий	17.00
C2.3	Подготовка к лабораторным работам	
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	
<b>Раздел 3 «Цифровая фильтрация»</b>		<b>99.00</b>
<b>Лекции</b>		
Л3.1	Этапы синтеза ЦФ	
Л3.2	Синтез передаточной функции ЦФ	1.00
Л3.3	Структурный синтез ЦФ	1.00
Л3.4	Эффекты, связанные с конечной длиной слова	
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П3.1	Матричное описание структур ЦФ	2.00
П3.2	Моделирование ЦФ с произвольной структурой	1.00
П3.3	Передаточная функция ЦФ с произвольной структурой	1.00
П3.4	Структурный синтез ЦФ на основе представлений передаточной функции	2.00
П3.5	Структурный синтез ЦФ на основе предварительного синтеза структуры аналогового фильтра	2.00
<b>Лабораторные занятия</b>		
Р3.1	Синтез ЦФ на функциональном уровне	4.00
Р3.2	Синтез, анализ и моделирование ЦФ с заданной структурой	4.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
C3.1	Проработка лекционного материала	39.00
C3.2	Проработка материалов практических занятий	42.00
C3.3	Подготовка к лабораторным работам	
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР3.1	Контактная внеаудиторная работа	
<b>Раздел 4 «Дискретное преобразование Фурье»</b>		<b>8.00</b>
<b>Лекции</b>		
Л4.1	Определение, свойства и применение ДПФ	1.00
Л4.2	Алгоритмы вычисления ДПФ. БПФ	1.00
<b>Самостоятельная работа</b>		

С4.1	Проработка лекционного материала	6.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР4.1	Контактная внеаудиторная работа	
<b>Раздел 5 «Реализация алгоритмов ЦОС»</b>		
<b>Лекции</b>		
Л5.1	Реализация алгоритмов ЦОС на процессорах общего назначения, на сигнальных процессорах	
Л5.2	Реализация алгоритмов ЦОС на графических процессорах, заказных СБИС, ПЛИС	
<b>Самостоятельная работа</b>		
С5.1	Проработка лекционного материала	
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР5.1	Контактная внеаудиторная работа	
<b>Раздел 6 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»</b>		<b>9.00</b>
Э6.1	Подготовка к сдаче экзамена	6.50
КВР6.1	Консультация перед экзаменом	2.00
КВР6.2	Сдача экзамена	0.50
<b>ИТОГО</b>		<b>180.00</b>

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).

## Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение

задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся знакомятся на официальном сайте университета [www.vyatsu.ru](http://www.vyatsu.ru).

## **Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине**

### **Учебная литература (основная)**

- 1) Солонина, Алла Ивановна. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в Simulink : учеб. пособие / А. И. Солонина. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2012. - 425 с. : ил. - (Учебное пособие). - ISBN 978-5-9775-0686-1 : 467.00 р. - Текст : непосредственный.
- 2) Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB / А. И. Солонина. - СПб. : [б. и.], 2008. - 806 с. - ISBN 978-5-9775-0259-7 : 714.00 р. - Текст : непосредственный.
- 3) Дворкович, В. П. Оконные функции для гармонического анализа сигналов / В.П. Дворкович. - Издание второе, переработанное и дополненное. - Москва : Техносфера, 2016. - 216 с. - (Мир цифровой обработки). - ISBN 978-5-94836-432-2 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444852/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.
- 4) Дворкович, В. П. Оконные функции для гармонического анализа сигналов / В.П. Дворкович. - Москва : Техносфера, 2014. - 112 с. - (Мир цифровой обработки). - ISBN 978-5-94836-373-8 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273786/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.
- 5) Основы цифровой обработки сигналов : учеб. пособие / А. И. Солонина, Д. А. Улахович, С. М. Арбузов, Е. Б. Соловьева. - 2-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 768 с. : ил. - Библиогр.: с. 741-747. - ISBN 5-94157-604-8 : 254.00 р. - Текст : непосредственный.
- 6) Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов : Учеб. для вузов / А. Б. Сергиенко. - СПб. : Питер, 2002. - 608 с. : ил. - Библиогр.: с. 586. - ISBN 5-318-00666-3 : 143.00 р. - Текст : непосредственный.
- 7) Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов : учеб. пособие / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 750 с. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с.724-729. - Алф. указ.: с. 729. - ISBN 5-469-00816-9 : 268.40 р. - Текст : непосредственный.
- 8) Солонина, Алла. Алгоритмы и процессы цифровой обработки сигналов : Учеб. пос. / А. Солонина, Д. Улахович, Л. Яковлев. - СПб. : БХВ-Петербург, 2001. - 464 с. : ил. - Библиогр.: с. 442. - ISBN 5-94157-065-1 : 112.00 р. - Текст : непосредственный.

9) Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов : Учеб. / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2006. - 752 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 724-751. - ISBN 5-469-00816-9 : 287.10 р. - Текст : непосредственный.

10) Умняшкин, С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие / С.В. Умняшкин. - 4-е изд., исправ. - Москва : Техносфера, 2018. - 528 с. : ил. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-94836-508-4 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496608/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

11) Умняшкин, С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие / С.В. Умняшкин. - 5-е изд., исправл. и доп. - Москва : Техносфера, 2019. - 550 с. : ил., схем. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-94836-557-2 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=597188/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

12) Умняшкин, С. В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов : учебное пособие / С.В. Умняшкин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Техносфера, 2012. - 368 с. - (Мир цифровой обработки). - ISBN 978-5-94836-318-9 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233733/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

#### **Учебная литература (дополнительная)**

1) Цифровая обработка сигналов на основе теоремы Уиттекера-Котельникова-Шеннона. - М. : Радиотехника, 2004. - 72 с. : ил. - (Научно-аналитические обзоры). - Библиогр.: с. 67-69. - ISBN 5-93108-064-3 : 20.00 р. - Текст : непосредственный.

2) Айфичер, Эммануил. Цифровая обработка сигналов : Практический подход / Э. Айфичер, Б. Джервис. - 2-е изд. - М. ; СПб. ; Киев : Вильямс, 2004. - 992 с. : ил. - ISBN 5-8459-0710-1 : 709.20 р. - Текст : непосредственный.

3) Гадзиковский, Викентий Иванович. Теоретические основы цифровой обработки сигналов / В. И. Гадзиковский. - М. : Радио и связь, 2004. - 344 с. : ил. - Библиогр.: с. 338-339. - ISBN 5-256-01716-0 : 170.10 р. - Текст : непосредственный.

4) Ахмед, Насир. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов / Н. Ахмед, К. Р. Рао ; пер. Т. Э. Кренкеля ; под ред. И. Б. Фоменко. - М. : Связь, 1980. - 248 с. : ил. - Библиогр.: с. 233-243. - 1.40 р. - Текст : непосредственный.

5) Безруков, А. В. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. В. Безруков, А. С. Стукалова, Н. В. Сотникова, А. А. Сорокин. - Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. - 156 с. - ISBN 978-5-906920-80-5 : Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/121875> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : электронный.

6) Блаттер, К. Вейвлет-анализ. Основы теории : учеб. пособие / К. Блаттер; пер. с нем. Т. Э. Кренкеля; под ред. А. Г. Коркчана. - М. : Техносфера, 2004. - 280 с. : ил. - (Мир математики. Цифровая обработка сигналов). - ISBN 5-94836-033-4. - ISBN 1-56881-095-4 : 130.50 р. - Текст : непосредственный.

7) Блейхут, Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов / Р. Блейхут; пер. с англ. И. И. Грушко. - М. : Мир, 1989. - 448 с. - ISBN 5-09-001009-2 : 2.80 р. - Текст : непосредственный.

8) Бугров, В. Н. Цифровая обработка сигналов с применением цифровых сигнальных процессоров : электронное учебно-методическое пособие / В. Н. Бугров, Д. Н. Ивлев, Е. И. Шкелёв. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. - 84 с. - Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/152909> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : электронный.

9) Джиган, В. И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы / В.И. Джиган. - Москва : Техносфера, 2013. - 528 с. : ил.,табл., схем. - (Мир цифровой обработки). - ISBN 978-5-94836-342-4 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233460/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

10) Коломбет, Евгений Александрович. Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов / Е. А. Коломбет. - М. : Радио и связь, 1991. - 376 с. : ил. - ISBN 5-256-00375-5 : 4.00 р. - Текст : непосредственный.

11) Кравченко, В. Ф. Цифровая обработка сигналов атомарными функциями и вейвлетами : монография / В.Ф. Кравченко, Д.В. Чуриков. - Москва : Техносфера, 2018. - 182 с. : ил.,табл., схем. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр.: с. 171 - 178. - ISBN 978-5-94836-506-0 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496505/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

12) Лайонс, Ричард. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс ; ред. А. А. Бритов. - [2-е изд.]. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 652 с. - Предм. указ.: с. 641-652. - ISBN 5-9518-0149-4 : 250.00 р. - Текст : непосредственный.

13) Лэй, Эдмунд. Цифровая обработка сигналов для инженеров и технических специалистов : практическое руководство / Э. Лэй. - М. : ООО "Группа ИДТ", 2007. - 335 с. : ил. - (Безопасность и системы промышленной автоматизации. Опыт практического применения). - Предм. указ.: с. 330-335. - ISBN 978-5-94833-025-9. - ISBN 0-7506-5798-7 : 1069.00 р. - Текст : непосредственный.

14) Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Цифровая обработка сигналов" : специальности 200900, 201500 / ВятГУ, ФПМТ, каф. РЭС ; сост. В. А. Лесников, Т. В. Наумович. - Киров : ВятГУ, 2005. - Б. ц. - Текст : электронный.

- 15) Нечес, И. О. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / И. О. Нечес. - Ростов-на-Дону : РГУПС, 2019. - 84 с. - ISBN 978-5-88814-893-8 : Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/140606> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : электронный.
- 16) Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер; пер. с англ. С. А. Кулешова под ред. А. С. Ненашева. - М. : Техносфера, 2006. - 856 с. : ил. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр.: с. 843-853. - ISBN 5-94836-077-6. - ISBN 0-13-754920-2 : 440.00 р. - Текст : непосредственный.
- 17) Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм. - 3-е изд., испр. - Москва : Техносфера, 2012. - 1048 с. - (Мир радиоэлектроники). - ISBN 978-5-94836-329-5 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233730/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.
- 18) 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 : Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/137567> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : электронный.
- 19) Применение цифровой обработки сигналов / под ред. Э. Оппенгейма. - М. : Мир, 1980. - 552 с. - Библиогр.: с. 543-544. - 2.90 р. - Текст : непосредственный.
- 20) Рабинер, Лоуренс Р. Теория и применение цифровой обработки сигналов : Пер. с англ. / Л. Р. Рабинер, Б. Гоулд. - М. : Мир, 1978. - 848 с. : ил. - 3.90 р. - Текст : непосредственный.
- 21) Рабинер, Лоуренс Р. Цифровая обработка речевых сигналов : Пер. с англ. / Л. Р. Рабинер, Р. В. Шафер. - М. : Радио и связь, 1981. - 496 с. : ил. - 2.50 р. - Текст : непосредственный.
- 22) Сато, Юкио. Обработка сигналов. Первое знакомство / Ю. Сато; под ред. Е. Амэмия. - М. : Додэка-XXI, 2002. - 176 с. : ил. - ISBN 5-94120-047-1 : 108.00 р. - Текст : непосредственный.
- 23) Смит, Стивен. Цифровая обработка сигналов : практическое руководство для инженеров и научных работников / С. Смит ; пер. англ. А. Ю. Линович ; пер. с англ. С. В. Витязев. - М. : Додэка-XXI, 2008. - 718 с. : ил., табл. ; 24 см + CD. - (Схемотехника). - ISBN 978-5-94120-145-7 : 765.00 р. - Текст : непосредственный.
- 24) Чобану, М. К. Многомерные многоскоростные системы обработки сигналов : монография / М.К. Чобану. - Москва : РИЦ "Техносфера", 2009. - 480 с. - (Мир цифровой обработки). - ISBN 978-5-94836-233-5 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115671/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.



### Учебно-методические издания

1) Васюков, В. Н. Цифровая обработка сигналов: сборник задач и упражнений : учебное пособие / В.Н. Васюков. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. - 76 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7782-3572-4 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576569/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

2) Вейлет-преобразование : метод. указания по выполнению лабораторных работ: дисциплина "Цифровая обработка сигналов": для специальности 010200, 5 курс / ВятГУ, ФПМТ, каф. ПМИИ ; сост. А. Н. Рапопорт, О. О. Князева. - Киров : ВятГУ, 2008. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru>. - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

3) Воробьев, Станислав Николаевич. Цифровая обработка сигналов : учебник / С. Н. Воробьев. - [Б. м.] : Академия, 2013. - 317, [1] с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат. Радиоэлектроника). - Библиогр.: с. 314-315. - ISBN 978-5-7695-9560-8 : 627.00 р. - Текст : непосредственный.

4) Синтез цифрового фильтра с заданной структурой : Метод. указания к выполнению контрол. и лаб. работ. Дисциплина "Цифровая обработка сигналов". Специальности 2015, 2302.04, 2009 для направления 5504 / ВятГУ, ФАВТ, каф. РЭС ; сост. В. А. Лесников, Т. В. Наумович. - Киров : ВятГУ, 2002. - 12 с. - 20 экз. - 5.00 р. - Текст : непосредственный.

5) Синтез цифрового фильтра с заданной структурой : метод. указания к выполнению практич., лаборатор. и контрол. работы по дисциплине "Цифровая обработка сигналов" для специальности 200900 "Сети связи и системы коммутации": по дисциплине "Цифровая обработка сигналов" для специальностей 210406.65 "Сети связи и системы коммутации", 210403.65 "Защищенные системы связи", 210402.65 "Средства связи с подвижными объектами" для направления 210400 "Телекоммуникации" / ВятГУ, ФПМТ, каф. РЭС ; сост. В. А. Лесников, Т. В. Наумович. - Киров : ВятГУ, 2009. - х. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru>. - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

6) Хафизов, Д. Г. Цифровая обработка сигналов. 1 : лабораторный практикум / Д.Г. Хафизов, Р.Г. Хафизов, С.А. Охотников. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2018. - 72 с. : ил. - Библиогр.: с. 69. - ISBN 978-5-8158-2003-6 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494308/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

### Электронные образовательные ресурсы

1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>

- 2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: [https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program\\_ID=3-11.03.02.04](https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-11.03.02.04)
- 3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>
- 4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

### **Электронные библиотечные системы (ЭБС)**

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

### **Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

## Материально-техническое обеспечение дисциплины

### Демонстрационное оборудование

Перечень используемого оборудования
ИНТЕРАКТИВНАЯ ДОСКА SMART BOARD 480IV СО ВСТРОЕННЫМ ПРОЕКТОРОМ V25 С КАБЕЛЕМ VGA 15,2М C-GM/GM-50
МУЛЬТИМЕДИА ПРОЕКТОР CASIO XJ-A141V С ЭКРАНОМ НАСТЕННЫМ 180*180СМ, ШТАТИВОМ PROFFIX 63-100СМ И КАБЕЛЕМ VGA 15.2М
ПРОЕКТОР Acer P5260a DLP 1024x768. 3.0KG.2000:1 2700 LUME
ПРОЕКТОР МУЛЬТИМЕД, RoverLite Zenith LS1500; LCD,800x600,1500Lm,400;1

### Специализированное оборудование

Перечень используемого оборудования
ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ DEPO Race X340S
ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР ICL S253.MI (МОНОБЛОК)
ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР ICL SafeRay S251.Mi (МОНОБЛОК)
РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ДОСТУПА К КЛАСТЕРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ И ХРАНИЛИЩУ ДАННЫХ

### Учебно-наглядное пособие

Перечень используемого оборудования
КОМПЛЕКТ РАЗРАБОТЧИКА AES-ZSDR3-ADI-G Zing-7000 AP SoC/AD9631 Software-Defined Radio Systems Development Kit
КОМПЬЮТЕРНЫЙ КВ ПРИЕМНИК WINRADIO WR-G31DDC Excalibur
ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМОГО РАДИООБОРУДОВАНИЯ SDR ДЛЯ УЧЕБНО-НАУЧНОЙ ЛАБОРАТОРИИ "МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ"
МОДУЛЬ ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНОГО АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ FMC104-2-1-1-1 С ПАКЕТОМ ПОДДЕРЖКИ BSP-ZC706-FMC176-ETH-W7-V-SIP. 4DSP
ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИК NI USRP-2921
ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ СКАНИРУЮЩИЙ ПРИЕМНИК AOR AR8600

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)**

№ п.п	Наименование ПО	Краткая характеристика назначения ПО
1	Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO
2	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP	Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами
3	Office Professional Plus 2016	Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями
4	Windows Professional	Операционная система
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Антивирусное программное обеспечение
6	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
7	Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
8	Security Essentials (Защитник Windows)	Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.
9	МойОфис Стандартный	Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах
10	2012 Бюдж. Бессроч. лиценз. Signal Processing Toolbox Academic new Product From 10 fo 24 Concurrent Licenses	Специализированное лицензионное ПО
11	2012 ВН. Бессроч. лиценз. Simulink Academic new Product From 25 fo 49 Concurrent Licenses	Специализированное лицензионное ПО
12	2012 ВН. Бессроч. лиценз. Stateflow Academic new	Специализированное лицензионное ПО

	Product From 10 to 24 Concurrent Licenses	
13	2012 Внеб. Бессроч. лиценз. MATLAB Academic new Product From 25 to 24 Concurrent Licenses	Специализированное лицензионное ПО
14	2013 ПО Filter Design HDL Coder Academic new Product From 1 to 1 Concurrent Licenses	Специализированное лицензионное ПО
15	2013 ПО Communications System Toolbox Academic new Product From 10 to 24 Concurrent Licenses	Специализированное лицензионное ПО
16	2013 ПО DSP System Toolbox Academic new Product From 10 to 24 Concurrent Licenses	Специализированное лицензионное ПО
17	2013 ПО Wavelet Toolbox Academic new Product From 2 to 4 Concurrent Licenses	Специализированное лицензионное ПО

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:  
[https://www.vyatsu.ru/php/list\\_it/index.php?op\\_id=119099](https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=119099)