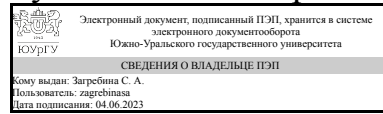


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



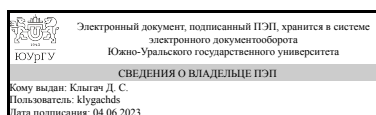
С. А. Загребина

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.02.М8.02 Основы цифровой обработки сигналов  
для направления 01.03.04 Прикладная математика  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Радиоэлектроника и системы связи

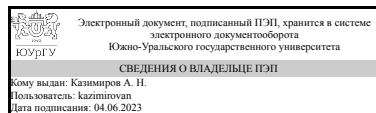
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 11

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



Д. С. Клыгач

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



А. Н. Казимиров

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является изучение студентами методики анализа и синтеза основных элементов систем цифровой обработки информации в системах телекоммуникаций. Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» (ЦОС) должна обеспечивать формирование общетехнического фундамента подготовки будущих специалистов в области радиотехники, а также, создавать необходимую базу для успешного овладения последующими специальными дисциплинами учебного плана. Она должна способствовать развитию творческих способностей студентов, умению формулировать и решать задачи изучаемой специальности, умению творчески применять и самостоятельно повышать свои знания. Эти цели достигаются на основе фундаментализации, интенсификации и индивидуализации процесса обучения путём внедрения и эффективного использования в учебном процессе достижений инфокоммуникационных технологий. В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие проводить проектирование и модернизацию отдельных устройств и блоков систем связи. Задачи дисциплины – научить: - осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследований; - изучать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области радиоэлектроники; - проводить экспериментальные исследования радиоэлектронных устройств и систем с целью их модернизации или создания новых образцов; - выполнять математическое моделирование радиотехнических устройств и систем с целью оптимизации их параметров; - участвовать в проектировании, и модернизации приборов и устройств радиоэлектроники на схемотехническом и системотехническом уровнях; - оценивать экономическую эффективность принимаемых решений, обеспечивать необходимый уровень унификации и стандартизации изделий; - разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные научно-исследовательские и проектные работы; - участвовать в монтаже, наладке и регулировании радиоэлектронной аппаратуры, а также в испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов; - участвовать во внедрении разработанных технических решений и проектов, в оказании технической помощи и осуществлении авторского надзора при изготовлении, испытаниях и сдаче в эксплуатацию проектируемых изделий радиоэлектроники.

### **Краткое содержание дисциплины**

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» предназначена для того, чтобы ознакомить студента с новыми идеями и технологиями в сфере аудио- и видеотехнологий и научить их правильно применять на практике и использовать в творческой деятельности. Дисциплина обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействует фундаментализации образования, развития логического мышления и приобретения навыков применения математических дисциплин к прикладным задачам обработки информации. Программа предусматривает систематизацию знаний отдельных разделов математики, электротехники и электроники, необходимых для успешного изучения дисциплины, изучение и практическое использование основных методов математического описания измерительных сигналов, способов преобразования

сигналов в измерительных устройствах. Рассматриваются цифровая фильтрация, дискретизация и квантование непрерывных сигналов, дискретное преобразование Фурье и его применение.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знает: математический аппарат описания сигналов и линейных систем Умеет: выполнять расчеты цифровых фильтров, синтезировать алгоритмы цифровой обработки сигналов Имеет практический опыт: применения современных САПР для расчетов и моделирования устройств обработки сигналов
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Знает: содержание процессов самоорганизации и самообразования при планировании занятий по самоподготовке при изучении теоретической части дисциплины и выполнения практических работ Умеет: управлять своим временем и выстраивать траекторию саморазвития на основе принципов использования современных информационных технологий Имеет практический опыт: использования индивидуальных программ общей и профессионально-прикладной подготовки в данной области направленности

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.02.М8.01 Основы теории сигналов	1.Ф.02.М8.03 Цифровые электронные устройства

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.02.М8.01 Основы теории сигналов	Знает: содержание процессов самоорганизации и самообразования при планировании занятий по самоподготовке при изучении теоретической части дисциплины и выполнения практических работ, основы математического представления простых и сложных сигналов, формируемых и обрабатываемых в современных радиоэлектронных устройствах; числовые характеристики и параметры сигналов и спектров, основные виды информационных сигналов, способы их описания Умеет:

	выстраивать траекторию саморазвития на основе принципов самообразования и использования современных информационных технологий, выполнять моделирование процессов формирования и обработки информационных сигналов, оформлять полученные результаты Имеет практический опыт: использования индивидуальных программ общей и профессионально-прикладной подготовки в данной области направленности, применения методов программирования (моделирования) для формирования, преобразования и анализа сигналов
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	71,5	71,5	
Подготовка к коллоквиуму	16	16	
Подготовка к практическим занятиям	15	15	
Подготовка к зачету	8,5	8,5	
Семестровое задание	32	32	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение	2	2	0	0
2	Линейные дискретные системы (ЛДС)	22	10	12	0
3	Дискретное преобразование Фурье (ДФ)	2	2	0	0
4	Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	2	2	0	0
5	Цифровые фильтры (ЦФ)	30	14	16	0
6	Эффекты квантования в ЦФ	3	1	2	0
7	Описание дискретных сигналов в частотной области	3	1	2	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Предмет ЦОС. Основные типы сигналов. Обобщенная схема ЦОС. Типовые дискретные сигналы.	2
2	2	Линейные дискретные системы (ЛДС).	2
3	2	Математическое описание ЛДС во временной области.	2
4	2	Описание ЛДС в z-области.	2
5	2	Структурные схемы фильтров ЛДС	2
6	2	Математическое описание ЛДС в частотной области.	2
7	3	Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).	2
8	4	Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	2
9	5	Цифровые фильтры (ЦФ). Этапы проектирования цифровых фильтров.	2
10	5	Синтез цифровых фильтров. Типы избирательных фильтров	2
11	5	КИХ-фильтры и линейной ФЧХ. Структурные схемы КИХ-фильтров с линейной ФЧХ	2
12	5	Синтез КИХ фильтров с ЛФЧХ: метод окон, метод частотной выборки	2
13	5	Синтез БИХ-фильтров: методы на основе аналогового фильтра-прототипа (АФП) Баттерворта, Чебышева I-го и II-го рода, Золоторева-Кауэра;	2
14	5	Синтез БИХ-фильтров: метод инвариантности ИХ.	2
15	5	Синтез БИХ-фильтров: метод билинейного Z-преобразования	2
16	6	Эффекты квантования в ЦФ	1
16	7	Описание дискретных сигналов в частотной области	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Решение задач на тему «Дискретные сигналы»	2
2	2	Решение задач на тему «Дискретные сигналы»	2
3	2	Решение задач на тему «Математическое описание ЛДС во временной области»	2
4	2	Решение задач на тему «Математическое описание ЛДС во временной области»	2
5	2	Решение задач на тему «Математическое описание ЛДС в z-области»	2
6	2	Решение задач на тему «Математическое описание ЛДС в z-области»	2
7	5	Решение задач на тему «КИХ-фильтры»	2
8	5	Решение задач на тему «КИХ-фильтры»	2
9	5	Решение задач на тему «КИХ-фильтры»	2
10	5	Решение задач на тему «КИХ-фильтры»	2
11	5	Решение задач на тему «БИХ-фильтры»	2
12	5	Решение задач на тему «БИХ-фильтры»	2
13	5	Решение задач на тему «БИХ-фильтры»	2
14	5	Решение задач на тему «БИХ-фильтры»	2
15	6	Решение задач на тему «Ошибки квантования в цифровых системах с фиксированной точкой»	2
16	7	Решение задач на тему «Спектральная плотность дискретного сигнала и ее	2

### 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
Подготовка к коллоквиуму	Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB Текст учеб. пособие для вузов по направлению подготовки 210400 "Телекоммуникации" А. И. Солонина, С. М. Арбузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 806 с. ил.	4	16
Подготовка к практическим занятиям	Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB Текст учеб. пособие для вузов по направлению подготовки 210400 "Телекоммуникации" А. И. Солонина, С. М. Арбузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 806 с. ил.	4	15
Подготовка к зачету	1. Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB Текст учеб. пособие для вузов по направлению подготовки 210400 "Телекоммуникации" А. И. Солонина, С. М. Арбузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 806 с. ил. 2. Айфичер, Э. С. Цифровая обработка сигналов: Практический подход Э. С. Айфичер, Б. У. Джервис. - 2-е изд. - М.: Вильямс, 2004. - 989 с. ил.	4	8,5
Семестровое задание	1. Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB Текст учеб. пособие для вузов по направлению подготовки 210400 "Телекоммуникации" А. И. Солонина, С. М. Арбузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 806 с. ил. 2. Айфичер, Э. С. Цифровая обработка сигналов: Практический подход Э. С. Айфичер, Б. У. Джервис. - 2-е изд. - М.: Вильямс, 2004. - 989 с. ил.	4	32

### 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	4	Текущий контроль	Тест 1	5	5	за каждый правильный ответ начисляется 1 балл	дифференцированный зачет
2	4	Текущий контроль	Тест 2	5	5	за каждый правильный ответ начисляется 1 балл	дифференцированный зачет
3	4	Текущий контроль	Коллоквиум 1	5	5	за каждый правильный ответ начисляется 1 балл	дифференцированный зачет
4	4	Текущий контроль	Практическая работа 1	20	20	<p>Разработанная matlab модель выполнена полностью и получен верный ответ или иное требуемое представление результата работы - 5 баллов;</p> <p>Разработанная matlab модель выполнена полностью, но использованы наименее оптимальные подходы к решению поставленной задачи - 4 балла;</p> <p>Разработанная matlab модель выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но студент владеет основными навыками работы с программой, требуемыми для решения поставленной задачи - 3 балла.</p> <p>Разработанная matlab модель имеет существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями, умениями и навыками работы с программой или значительная часть работы выполнена не самостоятельно - 2 балла.</p>	дифференцированный зачет

					<p>Разработанная matlab модель показала полное отсутствие у студента обязательных знаний и навыков практической работы с программой по проверяемой теме - 0 баллов.</p> <p>Проведены исследования согласно заданию, получены все необходимые характеристики и графики - 10 баллов. В проведенных исследованиях, согласно заданию, имеются замечания по выполнению задания или задание выполнено не полностью - 5 баллов. Проведенные исследования, согласно заданию, не выполнены или выполнены не верно - 0 баллов.</p> <p>Оформлен и защищен отчет по работе без замечаний - 5 баллов Имеются небольшие замечания по оформлению работы и защищен отчет по работе - 4 балла Имеются небольшие замечания по оформлению работы и несущественные замечания при защите отчета по работе - 3 балла Имеются замечания по оформлению работы и несущественные замечания при защите отчета по работе - 2 балла Имеются замечания по оформлению работы и замечания при защите отчета по работе - 1</p>	
--	--	--	--	--	---	--



						балла Отчет не представлен - 0 баллов	
5	4	Текущий контроль	Тест 3	5	5	за каждый правильный ответ начисляется 1 балл	дифференцированный зачет
6	4	Текущий контроль	Коллоквиум 2	5	5	за каждый правильный ответ начисляется 1 балл	дифференцированный зачет
7	4	Текущий контроль	Практическая работа 2	20	20	<p>Разработанная matlab модель выполнена полностью и получен верный ответ или иное требуемое представление результата работы - 5 баллов;</p> <p>Разработанная matlab модель выполнена полностью, но использованы наименее оптимальные подходы к решению поставленной задачи - 4 балла;</p> <p>Разработанная matlab модель выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но студент владеет основными навыками работы с программой, требуемыми для решения поставленной задачи - 3 балла.</p> <p>Разработанная matlab модель имеет существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями, умениями и навыками работы с программой или значительная часть работы выполнена не самостоятельно - 2 балла.</p> <p>Разработанная matlab модель показала полное отсутствие у студента обязательных знаний и навыков практической работы</p>	дифференцированный зачет

					<p>с программой по проверяемой теме - 0 баллов.</p> <p>Проведены исследования согласно заданию, получены все необходимые характеристики и графики - 10 баллов. В проведенных исследованиях, согласно заданию, имеются замечания по выполнению задания или задание выполнено не полностью - 5 баллов. Проведенные исследования, согласно заданию, не выполнены или выполнены не верно - 0 баллов.</p> <p>Оформлен и защищен отчет по работе без замечаний - 5 баллов Имеются небольшие замечания по оформлению работы и защищен отчет по работе - 4 балла Имеются небольшие замечания по оформлению работы и несущественные замечания при защите отчета по работе - 3 балла Имеются замечания по оформлению работы и несущественные замечания при защите отчета по работе - 2 балла Имеются замечания по оформлению работы и замечания при защите отчета по работе - 1 балла Отчет не представлен - 0 баллов</p>		
8	4	Текущий контроль	Тест 4	5	5	за каждый правильный ответ начисляется 1 балл	дифференцированный зачет

9	4	Текущий контроль	Контрольная работа	5	5	<p>В выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом - 5 баллов.</p> <p>Правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ - 4 балла.</p> <p>Задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде - 3 балла.</p> <p>Задание понято правильно, в логическом рассуждении есть существенные ошибки, допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде - 2 балла.</p> <p>Задача решена неправильно, но приведена общая формула - 1 балл.</p> <p>Задача не решена - 0 баллов.</p>	дифференцированный зачет
10	4	Текущий контроль	Тест 5	5	5	за каждый правильный ответ начисляется 1 балл	дифференцированный зачет
11	4	Текущий контроль	Практическая работа 3	20	20	Разработанная matlab модель выполнена полностью и получен	дифференцированный зачет

					<p>верный ответ или иное требуемое представление результата работы - 5 баллов;</p> <p>Разработанная matlab модель выполнена полностью, но использованы наименее оптимальные подходы к решению поставленной задачи - 4 балла;</p> <p>Разработанная matlab модель выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но студент владеет основными навыками работы с программой, требуемыми для решения поставленной задачи - 3 балла.</p> <p>Разработанная matlab модель имеет существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями, умениями и навыками работы с программой или значительная часть работы выполнена не самостоятельно - 2 балла.</p> <p>Разработанная matlab модель показала полное отсутствие у студента обязательных знаний и навыков практической работы с программой по проверяемой теме - 0 баллов.</p> <p>Проведены исследования согласно заданию, получены все необходимые характеристики и графики - 10 баллов.</p> <p>В проведенных исследованиях,</p>	
--	--	--	--	--	---	--

						<p>согласно заданию, имеются замечания по выполнению задания или задание выполнено не полностью - 5 баллов.</p> <p>Проведенные исследования, согласно заданию, не выполнены или выполнены не верно - 0 баллов.</p> <p>Оформлен и защищен отчет по работе без замечаний - 5 баллов</p> <p>Имеются небольшие замечания по оформлению работы и защищен отчет по работе - 4 балла</p> <p>Имеются небольшие замечания по оформлению работы и несущественные замечания при защите отчета по работе - 3 балла</p> <p>Имеются замечания по оформлению работы и несущественные замечания при защите отчета по работе - 2 балла</p> <p>Имеются замечания по оформлению работы и замечания при защите отчета по работе - 1 балла</p> <p>Отчет не представлен - 0 баллов</p>	
12	4	Бонус	Посещение занятий	-	15	<p>при посещении курса отсутствуют пропуски - 15%;</p> <p>посетил 75% курса - 11%;</p> <p>посетил 50% курса - 8%;</p> <p>посетил 25% курса - 4%</p>	дифференцированный зачет
13	4	Текущий контроль	Семестровая работа	1	20	<p>выбор методики расчета - 1 балл</p> <p>выбор типа цифрового фильтра - 1 балл</p> <p>обоснование выбора - 3 балла</p>	дифференцированный зачет

					<p>разработка matlab модели для проведения расчетов - 5 баллов</p> <p>расчет коэффициентов цифрового фильтра - 3 балла</p> <p>построение карты полюсов и нулей - 1 балл</p> <p>построение АЧХ и ФЧХ - 1 балл</p> <p>оформление пояснительной записки в соответствии с требованиями стандартов организации - 2 балла</p> <p>Защита работы по результатам собеседования:</p> <p>ответ на вопрос 1 - 1 балл</p> <p>ответ на вопрос 2 - 1 балл</p> <p>ответ на вопрос 3 - 1 балл</p>		
14	4	Промежуточная аттестация	дифференцированный зачет	-	30	<p>Промежуточные баллы не предусмотрены.</p> <p>В зачетном задании 3 вопроса. За каждый ответ на вопрос:</p> <p>- 10 баллов - ответ логически и лексически грамотно изложенный, содержательный и аргументированный, подкрепленный знанием литературы и источников по теме задания, умение отвечать на дополнительные заданные вопросы;</p> <p>- 7 баллов - незначительное нарушение логики изложения материала, периодическое использование разговорной лексики, допущение не более одной ошибки в</p>	дифференцированный зачет

					<p>содержании задания, а также не более одной неточности при аргументации своей позиции, неполные или неточные ответы на дополнительно заданные вопросы;  - 5 баллов - незначительное нарушение логики изложения материала, периодическое использование разговорной лексики при допущении не более двух ошибок в содержании задания, а также не более двух неточностей при аргументации своей позиции, неполные или неточные ответы на дополнительно заданные вопросы.  - 2 балла - значительное нарушение логики изложения материала, использование разговорной лексики при допущении более двух ошибок в содержании задания, а также более двух неточностей при аргументации своей позиции, неполные или неточные ответы на дополнительно заданные вопросы.  - 0 баллов - затрудняется отвечать на поставленный вопрос, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.</p>	
--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Прохождение всех контрольно-рейтинговых мероприятий текущего контроля обязательно. Оценка за дисциплину	В соответствии с пп. 2.5, 2.6

	формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. В случае не согласия студента с выставленной оценкой, зачет проводится в письменной форме. Студент дает письменные ответы на вопросы билета, с последующим устным ответом на вопросы билета. В результате складывается совокупный рейтинг студента, который дифференцируется в оценку и проставляется в ведомость, зачетную книжку студента. На подготовку ответа дается 40 минут.	Положения
--	---	-----------

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
УК-2	Знает: математический аппарат описания сигналов и линейных систем	++				++		+++						+	+
УК-2	Умеет: выполнять расчеты цифровых фильтров, синтезировать алгоритмы цифровой обработки сигналов			+			+		++	+			+	+	
УК-2	Имеет практический опыт: применения современных САПР для расчетов и моделирования устройств обработки сигналов							+			+		+	+	
УК-6	Знает: содержание процессов самоорганизации и самообразования при планировании занятий по самоподготовке при изучении теоретической части дисциплины и выполнения практических работ			+			+							+	
УК-6	Умеет: управлять своим временем и выстраивать траекторию саморазвития на основе принципов использования современных информационных технологий				++					+			+	+	
УК-6	Имеет практический опыт: использования индивидуальных программ общей и профессионально-прикладной подготовки в данной области направленности									+				+	

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

- Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов Учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычисл. техника" А. Б. Сергиенко. - СПб. и др.: Питер, 2003. - 603 с. ил.
- Гольденберг, Л. М. Цифровая обработка сигналов [Текст] справочник Л. М. Гольденберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляк. - М.: Радио и связь, 1985. - 312 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

- Гольденберг, Л. М. Цифровая обработка сигналов Справ. 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 науч.-техн. журн. ООО "КБ ВП" журнал. - М., 2003-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. А.А.Макаренко. Практикум по цифровой обработке сигналов. – СПб: НИУИТМО, 2014.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. А.А.Макаренко. Практикум по цифровой обработке сигналов. – СПб: НИУИТМО, 2014.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/137567">https://e.lanbook.com/book/137567</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Афанасьев, А. А. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. А. Афанасьев, А. А. Рыболовлев, А. П. Рыжков. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2019. — 356 с. — ISBN 978-5-9912-0611-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/176119">https://e.lanbook.com/book/176119</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов : учебник / А. Оппенгейм, Р. Шафер. — 3-е изд., испр. — Москва : Техносфера, 2012. — 1048 с. — ISBN 978-5-94836-329-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/73524">https://e.lanbook.com/book/73524</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
3. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	407	Компьютер - 21, ксерокс – 2, принтер – 3, сканер – 1,

	(ПЛК)	мультимедийный проектор – 3, автоматический экран – 3, интерактивный экран - 1, выход в INTERNET
Контроль самостоятельной работы	405 (ПЛК)	мультимедийный проектор, ноутбук
Лекции	409 (ПЛК)	мультимедийный проектор, ноутбук
Зачет, диф.зачет	405 (ПЛК)	мультимедийный проектор, ноутбук
Самостоятельная работа студента	407 (ПЛК)	Компьютер - 21, ксерокс – 2, принтер – 3, сканер – 1, мультимедийный проектор – 3, автоматический экран – 3, интерактивный экран - 1, выход в INTERNET
Лабораторные занятия	408 (ПЛК)	Компьютер - 19, ксерокс – 2, принтер – 2, сканер – 1, мультимедийный проектор – 1, автоматический экран – 1, выход в INTERNET
Практические занятия и семинары	405 (ПЛК)	мультимедийный проектор, ноутбук