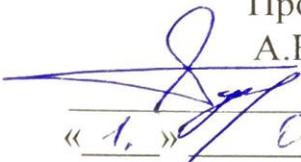


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР  
А.В. Бурмистров

  
« 1. » 07. 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине «Методы цифровой обработки сигналов»

Направление подготовки: 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

Профиль подготовки: «Медицинские изделия и технологии»

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Институт: «Технологии легкой промышленности, моды и дизайна»

Факультет: «Технологии легкой промышленности и моды»

Кафедра-разработчик рабочей программы: «Электропривода и электротехники»

Курс 4, семестр 8

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	18	0,5
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	-	-
Самостоятельная работа	36	1
Форма аттестации - экзамен	36	1
Всего	108	3

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№950, 19.09.2017) по направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», на основании учебного плана, для набора обучающихся 2019 г.

Разработчик программы:  
доцент



И.Г. Цвенгер

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭиЭ протокол № 7 от 02.07.2019 г.

Зав. кафедрой, проф.

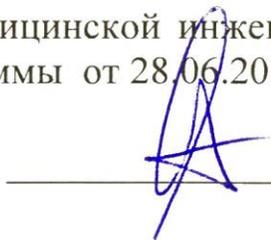


В.Г. Макаров

## **СОГЛАСОВАНО**

Протокол заседания кафедры Медицинской инженерии, реализующей подготовку основной образовательной программы от 28.06.2019 г. № 17

Зав. кафедрой, профессор



И.Н. Мусин

## **УТВЕРЖДЕНО**

Начальник УМЦ, доцент



Л.А. Китаева

## ***1. Цели освоения дисциплины***

Целями освоения дисциплины «Методы цифровой обработки сигналов» являются:

- а) формирование четких представлений о фундаментальных положениях теории цифровой обработки сигналов;
- б) обучение основам аналитических и численных методов расчета и анализа цифровых преобразователей измерительных сигналов;
- в) развитие навыков проектирования цифровых измерительных преобразователей, обработки экспериментальных результатов и их анализа.

## ***2. Место дисциплины в структуре образовательной программы***

Дисциплина «Методы цифровой обработки сигналов» относится к части ООП, формируемой участниками образовательных отношений и формирует у бакалавров по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Методы цифровой обработки сигналов» бакалавр по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Электроника и микропроцессорная техника
- б) Средства съема диагностической информации и подведения лечебных воздействий
- в) Схемотехника биомедицинской аппаратуры

Знания, полученные при изучении дисциплины «Методы цифровой обработки сигналов» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

### ***3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

Компетенция:

1. ПК-7 - Способен к научным исследованиям в области разработки биотехнических систем и технологий

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-7.1 - Знает принципы построения биотехнических систем;

ПК-7.2 - Умеет анализировать патентные материалы, подготавливать заявки на изобретения;

ПК-7.3 - Владеет навыками составления отчетов, обзоров, публикаций в сфере биотехнических систем.

***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

1) Знать:

а) принципы построения, свойства и характеристики цифровых биотехнических систем;

б) основные методы математического описания сигналов и цифровых измерительных преобразований.

2) Уметь:

а) анализировать патентные материалы, подготавливать заявки на изобретения в области методов цифровой обработки информации;

б) применять полученные знания на практике при конструировании медицинских приборов;

в) пользоваться терминологией, формулировать исходные данные параметров элементов электронной техники для расчета электрических принципиальных схем.

3) Владеть:

а) навыками составления отчетов, обзоров, публикаций в сфере цифровых систем обработки информации;

- б) методами расчета цифровых измерительных преобразователей;
- в) навыками проектирования цифровых измерительных преобразователей, обработки экспериментальных результатов и их анализа.

**4. Структура и содержание дисциплины «Методы цифровой обработки сигналов».** Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Аналоговые и цифровые сигналы и системы	8	6	6	-	12	<i>Практические работы, тесты</i>
2	Погрешности квантования, дискретизации и восстановления сигналов и систем	8	6	6	-	12	<i>Практические работы, тесты</i>
3	Аппаратная реализация цифровых систем	8	6	6	-	12	<i>Практические работы, тесты</i>
Всего			18	18	-	36	
Форма аттестации							Экзамен(36)

## 5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых

компетенций.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционных занятий	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Аналоговые и цифровые сигналы и системы	3	Тема 1 Аналоговые сигналы и системы.	Основные понятия о физической величине, измерении и преобразовании сигналов. Классификация сигналов: детерминированные и случайные сигналы, непрерывные, дискретные и квантованные сигналы. Виды детерминированных сигналов, их параметры. Единичный импульс, постоянный сигнал, гармонические и полигармонические сигналы. Разложение периодического сигнала в ряд Фурье. Спектр сигнала. Непериодические (переходные) сигналы. Преобразование Фурье для переходных сигналов. Аналоговые системы. Импульсная и переходная характеристики. Коэффициент передачи.	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3
		3	Тема 2. Цифровые сигналы и системы	Виды цифровой обработки сигналов. Математическое описание цифровых последовательностей. Разностные уравнения систем, линейные разностные уравнения. Импульсная характеристика цифровой системы, условие устойчивости, понятие о КИХ и БИХ фильтрах. Частотная характеристика системы, ее свойства, связь импульсной и частотной характеристик. Дискретный ряд Фурье, связь между спектром непрерывного сигнала и преобразованием Фурье дискретизированного сигнала, явление наложения спектров. Z-преобразование. Связь Фурье-преобразования и Z-преобразования последовательностей. Обратное Z-преобразование. Одностороннее Z-преобразование. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) периодических последовательностей. Обратное ДПФ. ДПФ конечных последовательностей, свертка. Связь ДПФ и Z-преобразования, частотный спектр.	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3
2	Погрешности квантования, дискретизации и восстановления сигналов и систем	3	Тема 3. Погрешности квантования сигналов цифровых систем	Определение квантования, шага квантования, разрядности данных. Статическая погрешность равномерного квантования при различных законах распределения погрешности: равномерный симметричный в пределах шага квантования закон, равномерный симметричный в пределах половины шага квантования, равномерный несимметричный, треугольный симметричный. Погрешность квантования при измерении среднего и среднеквадратического значений при различных способах изменения сигнала: при плавном (вблизи постоянного уровня), при синусоидальном, при произвольном (при треугольном законе распределении вероятности). Погрешность квантования при наличии аддитивной погрешности, когда шаг квантования меньше	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3

				<p>аддитивной погрешности и когда шаг квантования больше аддитивной погрешности.</p> <p>Влияние погрешности квантования входного сигнала на выходной сигнал цифрового фильтра.</p>	
		3	Тема 4. Погрешности при дискретизации и восстановлении сигналов	<p>Определение дискретизации и восстановления. Восстановление сигналов: общий подход, выбор базисной функции, погрешность восстановления. Теорема Котельникова, ограничения теоремы, функция отсчетов. Восстановление степенными полиномами. Ступенчатая аппроксимация: устройства, погрешности восстановления. Кусочно-линейная аппроксимация: устройства, погрешности восстановления. Параболическая аппроксимация, погрешность восстановления. Сравнение методов восстановления.</p>	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3
3	Аппаратная реализация цифровых систем	2	Тема 5. Цифровые КИХ-фильтры	<p>Основные свойства БИХ-фильтров и методы проектирования.</p> <p>Расчет БИХ-фильтров по аналоговым прототипам методом билинейного преобразования: типы фильтров по виду аппроксимации (Чебышева, Баттерворта, эллиптический, Бесселя); применение таблиц при проектировании нормированного фильтра низких частот; преобразование полосы частот нормированного ФНЧ; билинейное преобразование, его свойства и применение.</p>	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3
2		Тема 6. Цифровые КИХ-фильтры	<p>Основные свойства КИХ-фильтров и методы проектирования.</p> <p>Расчет КИХ-фильтров методом оконных функций, методом частотной выборки, методом наименьших квадратов.</p>	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3	
1		Тема 7. Быстрое преобразование Фурье	<p>Алгоритмы БПФ. Применение прямого БПФ для вычисления обратного ДПФ. Обобщенный подход к алгоритмам БПФ. Применение БПФ при спектральном анализе и фильтрации. Анализ точности реализации алгоритмов БПФ.</p>	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3	
1		Тема 8. Особенности аппаратной реализации цифровых систем	<p>Современные микросхемы ЦОС. Сравнение специализированных ЦПОС и процессоров общего назначения. Программирование алгоритмов ЦОС</p>	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3	
Всего		18			

## **6. Содержание практических занятий**

Цель проведения практических занятий – освоение лекционного материала и более глубокое изучение содержания отдельных тем. Режим проведения практических занятий – один раз в неделю. Продолжительность семинарских занятий - по 2 часа. Всего 9 занятий.

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы</b>	<b>Тема практического занятия</b>	<b>Краткое содержание</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>
1	Аналоговые и цифровые сигналы и системы	3	Тема 1. Быстрое преобразование Фурье	Разложение периодического сигнала в ряд Фурье. Спектр сигнала.	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3
		3	Тема 2. Аналоговые системы.	Импульсная и переходная характеристики. Коэффициент передачи.	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3
2	Погрешности квантования, дискретизации и восстановления сигналов и систем	6	Тема 3. Погрешности квантования сигналов цифровых систем	Статическая погрешность равномерного квантования при различных законах распределения погрешности	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3
3	Аппаратная реализация цифровых систем	6	Тема 4. Проектирование цифрового КИХ-фильтра.	Изучение особенности синтеза КИХ-фильтров; синтез КИХ-фильтра по алгоритму усреднения; синтез КИХ-фильтра методом весовых (оконных) функций; синтез КИХ-фильтра методом минимального среднего квадрата ошибки; исследование характеристик синтезированных фильтров.	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3
Всего		18			

## **7. Содержание лабораторных занятий**

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

## 8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Аналоговые и цифровые сигналы и системы	12	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к тестированию.	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3
2	Погрешности квантования, дискретизации и восстановления сигналов и систем	12	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к тестированию.	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3
3	Аппаратная реализация цифровых систем	12	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к тестированию.	ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3
Всего		36		

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Методы цифровой обработки сигналов» используется балльно-рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум 40 баллов.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
Тесты	1	16	20
Практические работы	4	20	40
Экзамен		24	40
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

## 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Методы цифровой обработки сигналов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Борисова, И. В. Цифровые методы обработки информации/Борисова И.В. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 139 с.: ISBN 978-5-7782-2448-3. ЭБС Znanium.com <a href="https://znanium.com/catalog/product/546207">https://znanium.com/catalog/product/546207</a>	ЭБС Znanium.com <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a> доступ из любой точки интернета после регистрации IP-адресов КНИТУ
2. Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB: Учебное пособие / Солонина А.И., Арбузов С.М. - СПб:БХВ-Петербург, 2008. - 814 с. ISBN 978-5-9775-0259-7. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/350520">https://znanium.com/catalog/product/350520</a>	ЭБС Znanium.com <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a> доступ из любой точки интернета после регистрации IP-адресов КНИТУ
3. Гадзиковский, В. И. Цифровая обработка сигналов: Практическое пособие Учебное пособие / Гадзиковский В.И. - Москва :СОЛОН-Пр., 2014. - 766 с.ISBN 978-5-91359-117-3. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/883840">https://znanium.com/catalog/product/883840</a>	ЭБС Znanium.com <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a> доступ из любой точки интернета после регистрации IP-адресов КНИТУ
4. Лоторейчук Е. А. Теоретические основы электротехники: Учебник / Е.А. Лоторейчук. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 320 с. ЭБС Znanium.com <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>	ЭБС Znanium.com <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a> доступ из любой точки интернета после регистрации IP-адресов КНИТУ
5. Гальперин М. В. Электронная техника: Учебник / М.В. Гальперин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 352 с. ЭБС Znanium.com <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>	ЭБС Znanium.com <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a> доступ из любой точки интернета после регистрации IP-адресов КНИТУ

### 10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Шустов, М. А. Практическая схемотехника. 450 полезных схем радиолюбителям/ М.: Альтекс-А,2010.- 352 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Лаврентьев, Б. Ф. Схемотехника электронных средств/ М.: Академия,2010.- 333 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Коваленко, А. А. Основы микроэлектроники/ Петропавловский, Михаил Дмитриевич.- М.: Академия,2010.- 239 с.	8 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Симаков, Геннадий Михайлович. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе: учеб. пособие / Ново-	1 экз. в УНИЦ КНИТУ

сиб. гос. техн. ун-т ; Фак. мехатроники и автоматизации .— Новоси-бирск, 2013 .— 209с.	
5. Микушин, А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры/ Сажнев, Александр Михайлович; Сединин, Валерий Иванович.- СПб.: БХВ-Петербург,2010.- 818 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
6. Нарышкин, Александр Кириллович. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие для студ. вузов радиотехн. спец. — М.: Академия, 2006 .— 317 с.	25 экз. в УНИЦ КНИТУ
7. Чулков, В. А. Интерполирующие устройства синхронизации и преобразователи информации/ М.: ФИЗМАТЛИТ,2010.- 323с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
8. Лехин, С. Н. Схемотехника ЭВМ/ СПб: БХВ-Петербург,2010.- 661 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ

### ***10.3 Электронные источники информации***

При изучении дисциплины «Методы цифровой обработки сигналов» рекомендуется использование электронных источников информации:

1. ЭВС «Znanium.com» <http://znanium.com/>
2. Электронный каталог УНИЦ <http://ruslan.kstu.ru/>

**Согласовано:**

Зав. сектором ОКУФ



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

1. Журнал «Электротехника». Сайт журнала «Электротехника». – Доступ свободный: <http://electrical-engineering.ru/>

2. Справочник электронных компонентов. Сайт справочника электронных компонентов. – Доступ свободный: <http://chiplist.ru/>

#### **11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

#### **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины «Методы цифровой обработки сигналов» на лекциях и лабораторных занятиях используются персональные компьютеры с выходом в Интернет, проектор, экран, пакеты ПО общего назначения Word, Excel, прикладные пакеты схемотехнического моделирования PSpice, Workbench, лаборатория электрических цепей и электрических машин, оснащенная современными компьютеризированными стендами ЭОЭ2-С-К, ПЧАД1-С-К (лаб. № 123, 127), специализированное ПО (пакет программ для лабораторных стендов).

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Методы цифровой обработки сигналов»:

1. LTspice
2. MS Office

#### **13. Образовательные технологии**

Аудиторная нагрузка дисциплины «Методы цифровой обработки сигналов» согласно учебному плану по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», профиля подготовки «Медицинские изделия и технологии» составляет 36 часов. Количество занятий, проводимых в интерактивных формах (семинары-дискуссии, студенческая конференция, разбор конкретных ситуаций) составляет 18 час. (что составляет 50 %).