

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШНКБ

Д.А. Седнев

«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Методы и средства обработки измерительных сигналов**

Направление подготовки	12.04.01 Приборостроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Промышленная томография сложных систем		
Специализация	Информационно-измерительная техника и технологии неразрушающего контроля, Приборы и методы контроля качества и диагностики		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоёмкость в кредитах (зачётных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		48
	ВСЕГО		80
Самостоятельная работа, ч			136
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			Курсовой проект
ИТОГО, ч			216




Вид промежуточной  
аттестации

Экзамен,  
диф. зачёт

Обеспечивающее  
подразделение

**ОКД**

Заведующий кафедрой –  
руководитель отделения на  
правах кафедры отделения  
контроля и диагностики  
Руководитель ООП  
Преподаватель

	А.П. Суржиков
	Г.В. Вавилова
	Е.В. Якимов

2020 г.

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определённого ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения
ОПК(У)-1	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учётом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении	И.ОПК(У)-1.3	Формулирует задачи и определяет пути их решения на основе оценки эффективности выбора с учётом специфики научных исследований в сфере обработки, передачи и измерения сигналов различной физической природы в сложных измерительных трактах
ПК(У)-5	Способен к разработке функциональных и структурных схем приборов и систем измерения и контроля	И. ПК(У)- 5	Демонстрирует способность разработке функциональных и структурных схем приборов и систем измерения и контроля
ПК(У)-7	Способен к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования	И. ПК(У)- 7	Демонстрирует способности к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода моделирования

### 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана образовательной программы по направлению 12.04.01 «Приборостроение».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	способность проводить исследования, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	И.ОПК(У)-1.3
РД2	способность выполнять математическое моделирование цифровых сигналов и систем в программах Mathcad и MATLAB	И. ПК(У)-7
РД3	способность к анализу технического задания и задач проектирования приборов, проводить проектные расчёты и технико-экономическое обоснование функциональных и структурных схем приборов в соответствии с техническим заданием	И. ПК(У)-5

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
<b><u>Раздел 1. Введение. Аналоговые сигналы и системы.</u></b>	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
<b><u>Раздел 2. Цифровые сигналы и системы.</u></b>	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
<b><u>Раздел 3. Погрешности квантования сигналов цифровых систем.</u></b>	РД1, РД2	Лекции	–
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
<b><u>Раздел 4. Погрешности при дискретизации и восстановлении сигналов.</u></b>	РД1, РД2	Лекции	–
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	4
<b><u>Раздел 5. Цифровые БИХ-фильтры.</u></b>	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	20
<b><u>Раздел 6. Цифровые КИХ-фильтры.</u></b>	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	20
<b><u>Раздел 7. Быстрое преобразование Фурье (БПФ).</u></b>	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
<b><u>Раздел 8. Особенности аппаратной реализации цифровых систем.</u></b>	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	42

##### Содержание разделов дисциплины:

<b>Раздел 1. Введение. Аналоговые сигналы и системы.</b>
Темы лекций:
1. Аналоговые сигналы и системы.
Темы практических занятий:
1. Структура системы ЦОС. Бюджет погрешности.
Названия лабораторных работ:
1. Моделирование линейных систем в пакете программ Mathcad.
2. Моделирование линейных систем в пакете программ MATLAB.
3. Спектральный анализ в пакете программ Mathcad.
<b>Раздел 2. Цифровые сигналы и системы.</b>
Темы лекций:
2. Цифровые сигналы и системы.
Темы практических занятий:
2. Расчёт аналогового ФНЧ.
<b>Раздел 3. Погрешности квантования сигналов цифровых систем.</b>
Темы лекций:
3. Погрешности квантования сигналов.
Темы практических занятий:
3. Выбор АЦП и ЦАП для системы ЦОС.

#### **Раздел 4. Погрешности при дискретизации и восстановлении сигналов.**

##### **Темы лекций:**

4. Погрешности квантования сигналов.

##### **Темы практических занятий:**

4. Выбор цифровых индикаторов и дисплеев для систем ЦОС.

#### **Раздел 5. Цифровые БИХ-фильтры.**

##### **Темы лекций:**

5. Расчёт цифровых фильтров методом билинейного преобразования.

##### **Темы практических занятий:**

5. Выбор цифрового процессора обработки сигналов.

##### **Названия лабораторных работ:**

4. Проектирование цифрового БИХ-фильтра методом билинейного преобразования в пакете программ Mathcad..
5. Проектирование цифрового БИХ-фильтра методом билинейного преобразования в пакете программ MATLAB.

#### **Раздел 6. Цифровые КИХ-фильтры.**

##### **Темы лекций:**

6. Расчёт цифровых фильтров методами оконных функций и частотной выборки.

##### **Темы практических занятий:**

6. Особенности проектирования алгоритма обработки сигналов системы ЦОС в режиме реального времени.

##### **Названия лабораторных работ:**

6. Проектирование цифрового КИХ-фильтра в пакетах программ Mathcad и MATLAB.

#### **Раздел 7. Быстрое преобразование Фурье (БПФ).**

##### **Темы лекций:**

7. Быстрое преобразование Фурье.

##### **Темы практических занятий:**

7. Консультация и защита курсовых проектов.

##### **Названия лабораторных работ:**

7. Спектральный анализ в пакете программ MATLAB.

#### **Раздел 8. Особенности аппаратной реализации цифровых систем.**

##### **Темы лекций:**

8. Структура и программирование модуля TMDSDSK5510.

##### **Темы практических занятий:**

8. Консультация и защита курсовых проектов.

##### **Названия лабораторных работ:**

8. Изучение модуля TMDSDSK5510.

#### **Тематика курсовых проектов (теоретический раздел)**

1. Цифровой фильтр низких частот на основе метода оконных функций.
2. Цифровой полосовой фильтр на основе метода оконных функций.
3. Цифровой фильтр низких частот на основе метода частотной выборки.
4. Цифровой полосовой фильтр на основе метода билинейного преобразования.
5. Цифровой анализатор спектра на основе метода БПФ.
6. Цифровой анализатор спектра на основе метода БПФ.
7. Цифровой полосовой фильтр на основе метода частотной выборки.
8. Цифровой измеритель среднеквадратического значения сигнала.
9. Цифровой измеритель среднего значения сигнала.
10. Цифровой измеритель амплитудного значения сигнала.
11. Цифровой фильтр низких частот на основе метода оконных функций.
12. Цифровой полосовой фильтр на основе метода оконных функций.
13. Цифровой фильтр низких частот на основе метода частотной выборки.

14. Цифровой полосовой фильтр на основе метода билинейного преобразования.
15. Цифровой анализатор спектра на основе метода БПФ.
16. Цифровой анализатор спектра на основе метода БПФ.
17. Цифровой полосовой фильтр на основе метода частотной выборки.
18. Цифровой измеритель среднеквадратического значения сигнала.
19. Цифровой измеритель среднего значения сигнала.
20. Цифровой измеритель амплитудного значения сигнала.

Выбор варианта для расчётного раздела курсового проекта осуществляется в соответствии с порядковым номером студента в списке группы на дату распределения.

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, расчётно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

1. Воробьев, С. Н. Цифровая обработка сигналов : учебник / С. Н. Воробьев. – Москва: Академия, 2013. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-115.pdf> (дата обращения: 27.02.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.

#### **Дополнительная литература**

2. Якимов, Е. В. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / Е. В. Якимов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m67.pdf> (дата обращения: 27.02.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.

3. Гетманов, В.Г. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / В.Г. Гетманов. – 2-е изд. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. – 232 с. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75740> (дата обращения: 27.02.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

4. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Руководство к решению задач: учебное пособие для радиотехн. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 2002. – 214 с.

### **6.2. Информационное и программное обеспечение:**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронный курс «Цифровая обработка сигналов (СО)». Режим доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=851>

2. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

3. Электронно-библиотечные системы (ЭБС) доступны по ссылке:  
<https://www.lib.tpu.ru/html/ebs>

4. Базы научного цитирования доступны по ссылке:  
<https://www.lib.tpu.ru/html/scientific-citation-bases>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; Far Manager; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Visual Studio 2019 Community; Mozilla Firefox ESR; NI LabVIEW 2009 ASL; Oracle VirtualBox; PTC Mathcad 15 Academic Floating; TOR Coop Elcut Student; Tracker Software PDF-XChange Viewer

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная аудитория)  634028, Томская область, г. Томск, Савиных улица, д. 7, 506	Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Проектор Panasonic PT-VX400E - 1 шт.; Настенный моторизированный экран для проектора Projecta Cjmpact Electrol 183*240 - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)  634028, Томская область, г. Томск, Савиных улица, д. 7, 505	Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест; Портативный измеритель RLC E7-22 - 5 шт.; Генератор сигналов SFG-2104 - 3 шт.;Экран настенный рулонный GEHA - 1 шт.; Осциллограф GDS-806S - 7 шт.; Проектор Toshiba X3000 - 1 шт.; Генератор сигналов специальной формы SFG-2104 - 6 шт.; Цифровой мультиметр 109N - 3 шт.; Вольтметр универсальный цифровой APPA 109N USB - 4 шт.; Осциллограф GDS-820S - 2 шт.; Компьютер INTANT i3240_T - 12 шт.; Источник питания GPS-4251 - 4 шт.; Источник питания GPS-4303 - 1 шт.;

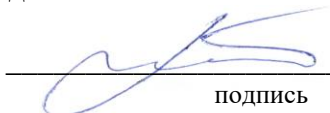
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 12.04.01 – «Приборостроение», образовательная программа «Промышленная томография сложных систем» (специализация «Информационно-измерительная техника и технологии неразрушающего контроля», «Приборы и методы контроля качества и диагностики») приёма 2019 г., очная форма обучения.

Разработчик:

Должность		ФИО
доцент ОКД ИШНКБ	К.Т.н., доцент	Якимов Е.В.

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения контроля и диагностики ИШНКБ (протокол от «26» июня 2019 г. №27).

Заведующий кафедрой – руководитель отделения  
на правах кафедры отделения  
контроля и диагностики, д.ф.-м.н.

 / А.П. Суржиков /  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОКД (протокол)