

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

Кафедра «Авиационные приборы и устройства»

ОДОБРЕНО:

на заседании кафедры разработчика
протокол № 7 от 18.12.2025 г.

Зав. кафедрой

_____ А.А.Гуськов

«18» декабря 2025 год

УТВЕРЖДЕН:

на заседании Ученого совета АПИ НГТУ
протокол № 9 от 25.12.2025 г.

Директор института

_____ В.В. Глебов

«25» декабря 2025 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 – Преобразование измерительных сигналов

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: **12.03.01 Приборостроение**
Направленность: **Информационно-измерительная техника и технологии**
Форма обучения: *очная, заочная*
Выпускающая кафедра **Авиационные приборы и устройства**
Разработчик (и): *Поздяев В.И., к.т.н., доцент*
регистрационный № 12.03.01-29

Начальник учебного отдела _____ О.Ю. Мельникова
подпись

Заведующая отделом библиотеки _____ О.Н. Старостина
подпись

АРЗАМАС, 2026 год

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00B4A6F7AAA383423E375F0ECF5610EF68
Владелец: Глебов Владимир Владимирович
Действителен: с 10.07.2025 до 03.10.2026

Содержание

<u>1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u>	3
<u>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u>	6
<u>3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	7
<u>3.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам</u>	7
<u>3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам</u>	8
<u>4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	14
<u>4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда</u>	14
<u>4.2. Справочно-библиографическая литература</u>	14
<u>4.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям</u>	15
<u>5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	15
<u>5.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)</u>	15
<u>5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем</u>	16
<u>6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</u>	16
<u>7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	17
<u>7.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии</u>	17
<u>7.2. Методические указания для занятий лекционного типа</u>	18
<u>7.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах</u>	19
<u>7.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа</u>	19
<u>7.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся</u>	19
<u>7.6. Методические указания для выполнения РГР (контрольной работы)</u>	19
<u>7.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы</u>	20
<u>8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ</u>	21
<u>9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ</u>	21

1.ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины «Преобразование измерительных сигналов» устанавливает планируемые результаты обучения по дисциплине, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945.

Освоение дисциплины вносит вклад в формирование компетенций, предусмотренных ОПОП:

Таблица 1

Код компетенции	Формулировка компетенции
Профессиональные (ПК)	
ПК-3	Способность разрабатывать физические и математические модели процессов и объектов приборостроения и их реализации на языках высокого уровня, встроенных средств программирования и отладки САПР

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения по дисциплине, вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (таблица 2).

Таблица 2. Индикаторы достижения компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование дескриптора достижения компетенции	Код ПС и ТФ ¹	Квалификационные требования к выбранной ТФ ²	Оценочные материалы (ОМ)	
					текущего контроля	промежуточного контроля
ПК-3. Способность разрабатывать физические и математические модели процессов и объектов приборостроения и их реализации на языках высокого уровня, встроенных средств программирования и отладки САПР	ИПК-3.1 – Анализирует физические модели процессов и объектов приборостроения. И П К - 3 . 2 - Осуществляет формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемых процессов и систем	Знать: -основы моделирование процессов и систем; - методы разработки математических моделей процессов и объектов приборостроения с помощью стандартных программных средств компьютерного моделирования Уметь: - анализировать физические модели процессов и объектов приборостроения -осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования процессов и объектов приборостроения Владеть: - приемами и методами моделирования процессов и объектов приборостроения с использованием <i>Matlab Simulink</i>	ПС 29.007 А/01.6	Трудовые действия: Трудовые умения: Трудовые знания: Стандартные программные средства компьютерного моделирования Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники Физические и математические модели приборов и схем микроэлектромеханических устройств различного функционального назначения	Выполнение практических заданий Контрольные вопросы при сдаче практического задания Выполнение лабораторных работ Контрольные вопросы при сдаче лабораторных работ Решение текущих контрольных работ Тестирование в СДО MOODLE по различным темам и разделам дисциплины	Вопросы к зачету с оценкой. Зачет с оценкой.

Данные по профессиональным стандартам ОП ВО:

1. Шифр и наименование профессионального стандарта (ПС) – 29.007 «Специалист по проектированию микро- и наноразмерных электромеханических систем»

Код и наименование обобщенной трудовой функции (ОТФ) – А.6 Разработка принципиальной электрической схемы микроэлектромеханической системы

Код и наименование трудовой функции (ТФ) - А/01.6Определение возможных вариантов реализации электронных компонентов микромеханической системы

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) **Б1. В.02** «Преобразование измерительных сигналов» включена в перечень дисциплин вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по направлению подготовки 12.03.01 – Приборостроение.

Базируется на следующих дисциплинах программы бакалавриата: «Математика» (математический анализ, интегральное и дифференциальное исчисления), «Физика», «Электротехника», «Основы автоматического управления», «Информатика».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Преобразование измерительных сигналов», необходимы при подготовке выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины «Преобразование измерительных сигналов» является поиск решения круга проблем, возникающих в задачах теоретического анализа и синтеза сигналов и преобразователей (фильтров), на ряде принципов и фундаментальных результатов математики, в том числе:

- Принцип представления сигнала как вектора в многомерном (бесконечномерном) фазовом пространстве
- Принципы универсализации и экономичности представления сигнала – в ортонормированных базисах сигналов
- Принцип суперпозиции в линейных системах
- Негэнтропийный принцип передачи информации
- Оптимизация – фундаментальные математические результаты и численные методы
- Принцип согласования характеристик преобразователей, включаемых в структуру старшего уровня
- Принцип согласования сопротивлений генераторных и параметрических преобразователей
- Принцип обратной связи
- Принцип (метод) редукции задач (Декомпозиция → Упрощение → Решение подзадач → Синтез)
- Принцип замены анализа сигналов во времени на частотный (или операторный) анализ
- Принцип дуальности частоты и времени
- Принцип спектрально-энергетического баланса в теории сигналов
- Принцип модуляции несущего процесса для обеспечения информативности
- Принцип уплотнения потоков передачи данных
- Фундаментальные теоремы (Котельникова, Агеева – Шеннона)
- Принцип двухканальности построения инвариантной измерительной системы
- Принцип комплексирования разночастотных каналов
- Принцип инвариантности в синтезе цифровых фильтров (метод инвариантных преобразований временных и частотных характеристик)

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. ед. или 180 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		6 семестр	8 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	180/180	180/-	-/180
1. Контактная работа:	80/29	80/-	-/29
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	76/24	76/-	-/24
занятия лекционного типа (Л)	34/12	34/-	-/12
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	26/12	26/-	-/12
лабораторные работы (ЛР)	16/-	16/-	
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4/5	4/-	-/5
контрольная работа (к.р.) (консультация, защита)	-/1	-/-	-/1
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/-	-/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	100/151	100/-	-/151
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, выполнение контрольной работы). Подготовка к <u>зачету с оценкой</u>	100/147	82/-	-/147
Подготовка к <u>зачету с оценкой</u> (контроль)	-/4	-/-	-/4
3. Форма контроля	зачет с оценкой	зачет с оценкой	зачет с оценкой

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного/заочного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Содержание разделов, тем, занятий	Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов		
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			
6 семестр/8 семестр							
ПК-3 ИПК 3.1 ИПК 3.2	Раздел 1. Классификация измерительных сигналов, их общие характеристики и математическое представление через обобщенные функции						
	Тема 1.1. Введение. Классификация измерительных сигналов. Проблема моделирования. Динамическое представление сигналов	2/2			3/4	Материя, энергия, информация. Математические модели, сигнал как результат модуляции; виды представлений сигналов. Обобщенные функции (Хэвисайда и дельта-функция Дирака), их использование для описания сигналов. Динамическое представление сигнала. Выходной сигнал преобразователя как свертка входного и весовой функции.	- Проработка теоретического материала по курсу - Решение задач по теме
	Тема 1.2. Энергетические характеристики сигналов и оптимизация преобразователей.	2/-		2/-	4/6	Мощность, энергия и норма сигнала; принцип Бриллюэна передачи информации; оптимизация характеристик двух классов преобразователей по информационно-энергетическому критерию; учет ограничений.	
	Практическое занятие № 1. Оптимизация генераторных и параметрических преобразователей сигналов по информационно-энергетическому критерию (Тема 1.2)						
	Итого по 1 разделу	4/2		2/-	7/10		

Раздел 2. От геометрических представлений в теории сигналов и энергетических характеристик – к спектральному и операторному анализу						- Проработка теоретического материала по курсу; [6.1.1] - [6.1.4] - Решение задач по темам - Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы
Тема 2.1. Геометрические и энергетические предпосылки спектрального анализа. Вещественное (тригонометрическое) и комплексное представления ряда Фурье периодических сигналов	2/2	4/-	2/2	5/10	Базовая концепция сигнала как вектора в специально сконструированном бесконечномерном пространстве. Скалярное произведение сигналов. Условие ортогональности и нормировки сигналов. Ортонормированные базисы сигналов. Обобщенный ряд Фурье. Вычисление спектральных коэффициентов, их связь с энергией сигнала. Вещественное (тригонометрическое) и комплексное представления ряда Фурье периодических сигналов. Амплитудный и фазовый спектры.	
Тема 2.2 Спектральное представление неперiodических (импульсных) сигналов. Свойства преобразования Фурье. Спектры неинтегрируемых сигналов	2/-		2/2	5/8	Фундаментальные формулы преобразования Фурье, спектральная плотность сигнала и его восстановление по спектральной плотности. Основные свойства: линейность, теорема запаздывания, теорема смещения, теорема о свертке, равенство Парсеваля, спектральная плотность производной, двойственность преобразования Фурье.	
Тема 2.3. Преобразование Лапласа и его применение для анализа сигналов	2/-		2/2	4/8	Сравнение гармонического анализа Фурье и операционного исчисления Лапласа; свойства преобразования Лапласа. Методы анализа прохождения сигнала через линейные преобразователи; операторный метод.	
Практическое занятие № 2. Гармоническое разложение периодических сигналов. (Тема 2.1)						
Практическое занятие № 3. Расчет спектров импульсных сигналов. (Тема 2.2)						
Практическое занятие № 4. Операторный анализ сигналов. (Тема 2.3)						
Лабораторная работа № 1. Гармонический анализ периодических сигналов (Тема № 2.1)						
Итого по 2 разделу	6/2	4/-	6/6	14/26		

Раздел 3. Корреляционный и спектральный анализ						- Проработка теоретического материала по курсу
Тема 3.1. Корреляционный анализ сигналов	2/-			4/6	Автокорреляционная и взаимокорреляционная функции; размерности, параметры. Связь между корреляционной функцией сигнала и спектральной плотностью энергии (энергетическим спектром). Коды Баркера.	- Решение задач по темам
Тема 3.2. Корреляционный и спектральный анализ случайных сигналов. Задача оптимизации при стационарных случайных сигналах	2/-		4/-	8/10	Описание случайных процессов неслучайными функциями: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция; спектральная плотность. Эргодические процессы. Постановка задачи оптимального синтеза преобразователей в классе систем с бесконечной памятью; этапы решения.	
Практическое занятие № 5. Вычисление спектральных плотностей стационарных эргодических случайных процессов (Тема 3.2)						
Практическое занятие № 6. Оптимальный синтез преобразователей по Колмогорову-Винеру (Тема 3.2)						
Итого по 3 разделу	4/-		4/-	12/16		
Раздел 4. Модуляция, нелинейные и параметрические преобразования						- Проработка теоретического материала
Тема 4.1. Виды модуляции и их применение в измерительной технике	2/2	4/-		7/8	Амплитудная и угловая (частотная и фазовая) модуляция; математические модели. Балансный амплитудный модулятор. Особенности спектров. Помехоустойчивость.	- Решение задач по темам Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы
Тема 4.2. Преобразование частоты и формы сигналов нелинейными и параметрическими преобразователями	2/-		2/-	5/6	Особенности анализа нелинейных и параметрических преобразователей. Способы математического описания. Демодуляция сигналов с амплитудной и угловой модуляцией. Обработка сигналов параметрическими преобразователями; гетеродинирование.	
Практическое занятие № 7. Нелинейные и параметрические преобразования сигналов (Тема 4.2)						
Лабораторная работа № 2. Исследование процессов модуляции, демодуляции и фильтрации сигналов (Тема 4.1)						
Итого по 4 разделу	4/2	4/-	2/-	12/14		

Раздел 5. Узкополосные сигналы. Преобразование Гильберта						Проработка теоретическ ого материала
Тема 5.1. Особенности узкополосного сигнала и преобразование Гильберта	2/-			6/7	Узкополосный сигнал и математическая модель. Амплитудная огибающая сигнала и фазовая функция. Аналитический сигнал. Интегральное преобразование Гильберта	
Тема 5.2. Построение амплитудной огибающей	2/-			6/7	Получение сопряженного сигнала прямым преобразованием Гильберта. Вычисление амплитудной огибающей и полной фазы колебания комплексного аналитического сигнала.	
Итого по 5 разделу	4/-			12/14		
Раздел 6. Линейные преобразования сигналов. Анализ и синтез линейных фильтров						- Проработка теоретическо го материала по курсу - Решение задач по темам Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы
Тема 6.1. Методы анализа линейных четырехполосников	2/2			4/5	Цель анализа – получение математической модели. Передаточная функция, частотные характеристики; переходная и импульсная переходная функции; метод узловых потенциалов.	
Тема 6.2. Классификация аналоговых фильтров. Синтез фильтров Баттерворта	2/-		2/2	6/7	Пассивные и активные электрические четырехполосники (фильтры); классификация по виду частотной характеристики (ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ); аппроксимация идеального коэффициента передачи мощности ФНЧ как базового фильтра полиномом Баттерворта	
Тема 6.3. Синтез фильтров Чебышёва; сравнение их с фильтрами Баттерворта	2/2		2/-	6/7	Фильтры Чебышёва I и II рода. Порядок синтеза фильтра Чебышёва. Сравнительные характеристики фильтров Баттерворта и Чебышёва. Сравнение фильтров Чебышёва I и II рода, эллиптические фильтры.	
Тема 6.4 Методы анализа преобразования сигналов линейными фильтрами		4/-	2/2	6/7	Решение дифференциальных уравнений; интеграл свёртки во временной области; операторный и спектральный методы в случае сложного спектрального состава входных сигналов и сложной структуры фильтра.	
Практическое занятие № 8. Син-тез фильтров Баттерворта, анализ их характеристик. (Тема 6.2)						
Практическое занятие № 9. Синтез фильтров Чебышева, анализ характеристик. (Тема 6.3)						
Практическое занятие № 10. Анализ прохождения сигналов через фильтры разных типов; аналитические и эвристические решения. (Тема 6.4)						
Лабораторная работа № 3. Исследование процессов						

фильтрации сигналов (Тема 6.4)							
Итого по 6 разделу	6/4	4/-	6/4	22/26			
Раздел 7. Основы дискретной обработки сигналов. Цифровые фильтры							- Проработка теоретического материала по курсу; решенные задачи по темам - Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы
Тема 7.1. Дискретизация сигналов. Цифровая свертка	2/2		2/-	4/6	Расчет квантов дискретизации по времени и уровню. Теорема Котельникова. Цифровая свертка. Дискретное преобразование Лапласа и преобразование Лорана.		
Тема 7.2. Цифровые фильтры. Методы синтеза цифровых фильтров по аналоговому прототипу	2/-		4/2	6/8	Уравнение работы линейного ЦФ, математические модели. Дискретные передаточные функции и структурные схемы рекурсивных и нерекурсивных ЦФ. Синтез ЦФ по аналоговому прототипу методами инвариантных преобразований временных и частотных характеристик, дискретизацией дифференциального уравнения работы аналогового прототипа		
Практическое занятие № 11. Анализ преобразования сигналов цифровыми устройствами (Тема 7.1)							
Практическое занятие № 12. Синтез БИХ-фильтров (Тема 7.2)							
Практическое занятие № 13. Синтез КИХ-фильтров (Тема 7.2)							
Лабораторная работа № 4. Синтез линейных цифровых фильтров и анализ качества. (Тема 7.2)							
Итого по 7 разделу	4/2	4/-	6/2	10 /14			
Раздел 8. Частотно-временной анализ сигналов							Проработка теоретического материала по курсу
Тема 8.1. Непрерывное вейвлет-преобразование	2/-			4/5	Частотно-временной анализ сигналов, вейвлеты как ядро преобразования, условия принадлежности к классу вейвлетов. Вычисление коэффициентов вейвлет-преобразования и восстановление исследуемой функции.		
Тема 8.2. Дискретное вейвлет-преобразование				7/8	Разложение сигнала на взаимно ортогональный набор вейвлетов. Диадная сетка дискретизации, дискретный набор масштабов и переносов вейвлета. Стационарное дискретное вейвлет-преобразование в задачах фильтрации.		

	Итого по 8 разделу	2/-			11/13		
	КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА (Выполнение индивидуального практического задания)	–	–	–	–/18		Самостоятел ьное решение задач
	ИТОГО по дисциплине	34/12	16/-	26/12	100/151		

Таблица 5 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия, лабораторные работы	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Информационно-коммуникационные технологии

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

1. **Марков, Б.Н.** Преобразование измерительных сигналов [Текст]: Учебное пособие /Б.Н. Марков. - Допущено УМО АМ. - Старый Оскол: ТНТ, 2014.
2. **Каганов В.И.** Битюков В.К. **Основы радиоэлектроники и связи.** Учебное пособие для вузов. Допущено Министерством образования и науки РФ - М.: Горячая линия-Телеком, 2007 - 542 с.
3. **Баскаков, С.И.** Радиотехнические цепи и сигналы. [Текст]: Учеб. для ВУЗов. /С.И. Баскаков. - 2-е, изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2002. - 448 с.
4. **Баскаков, С.И.** Радиотехнические цепи и сигналы. Руководство к решению задач [Текст] : Учебное пособие для ВУЗов. /С.И. Баскаков. - 2-е, изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2002. - 214 с.
5. **Нефедов, В.И.** Основы радиоэлектроники и связи [Текст]: Учебник для ВУЗов / В. И. Нефедов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2002. - 510 с.

4.2. Справочно-библиографическая литература

1. **Каганов, В.И.** Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] – Компьютеризированный курс: Учебное пособие /В. И. Каганов. - Допущено Министерством образования РФ. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. - 432 с.
2. **Умняшкин С.В.** Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов. Учебное пособие. Допущено УМО - М.: Форум, 2012 - 304 с.
3. **Легаев В. П.** Преобразование измерительных сигналов: учеб. пособие /Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – 151 с.
4. **Турулин, И.И.** Преобразование аналоговых измерительных сигналов: учеб. пособие /И.И. Турулин, В.Г. Галалу. – Таганрог: Изд-во Таганрог. ин-та имени А.П. Чехова, 2015. – 132 с.
5. **Поздьяев В.И., Ямпурин Н.П.** Цифровая обработка сигналов: элементы теории, примеры и задачи. Практикум для аудиторных занятий и самостоятельной работы: учеб. пособие. Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2023. – 126 с.

6. **Приходько А.И.** Детерминированные сигналы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Приходько А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2013.— 326 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11983>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

4.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации к лекционным и практическим занятиям по дисциплине» НГТУ ПВД 11.6/145-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000651.pdf>
2. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации по оформлению практических работ обучающихся» НГТУ ПВД 11.6/146-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000653.pdf>
3. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине» НГТУ ПВД 11.6/148-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000654.pdf>
4. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации по применению интерактивных форм, методов и технологий обучения» НГТУ ПВД 11.6/144-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000650.pdf>
5. Методические указания и задания к практическим занятиям по дисциплине «Преобразование измерительных сигналов». /Составитель: Поздьяев В.И. Рекомендовано заседанием кафедры «Авиационные приборы и устройства» АПИ НГТУ, протокол № 4 от 04 июня 2021 г. / размещены в СДО MOODLE по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=18>
6. Методические указания и задания к лабораторным работам по дисциплине «Преобразование измерительных сигналов». /Составитель: Поздьяев В.И. Рекомендовано заседанием кафедры «Авиационные приборы и устройства» АПИ НГТУ, протокол № 4 от 04 июня 2021 г. / размещены в СДО MOODLE по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=18>
7. Методические указания и задания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Преобразование измерительных сигналов» /Составитель: Поздьяев В.И. Рекомендовано заседанием кафедры «Авиационные приборы и устройства» АПИ НГТУ, протокол № 4 от 04 июня 2021 г. / размещены в СДО MOODLE по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=18>

5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

5.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks» www.iprbookshop.ru
2. Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

3. Научная электронная библиотека открытого доступа
КиберЛенинка <https://cyberleninka.ru/journal>
4. Электронно-библиотечная система издательства «Наука» <https://www.libnauka.ru>
5. Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки
ЭКБСОН <http://www.vlibrary.ru>

5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМР от 15.10.18)	Open office 4.1.10 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 8.1 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМР от 15.10.18)	Adobe Acrobat Reader DC-Russian (проприетарное ПО)
Microsoft Office Standard 2016 (лицензия № 65824992)	Mozilla Firefox (свободное ПО)
P7 Офис (с/н 5260001439)	Google Chrome (свободное ПО)
Microsoft Visual Studio 2017 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМР от 15.10.18)	Yandex Browser (свободное ПО)
Dr.Web (С/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26)	

Таблица 7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1.	Сайт «Интернет и Право»	https://internet-law.ru/
2.	Библиотека нормативной документации	https://files.stroyinf.ru/
3.	База данных свободного доступа Polpred Обзор СМИ	https://polpred.com/news

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для проведения учебных занятий по дисциплине могут быть использованы любые учебные аудитории, лаборатории или специализированные помещения, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения в соответствии с требованиями к реализации программы. Сведения об оборудованных учебных кабинетах размещены на сайте АПИ НГТУ (<https://api.nntu.ru>) в разделе «Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса. Доступная среда» по ссылке: <https://api.nntu.ru/sveden/objects/>

Таблица 8. Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

Адрес места нахождения	Наименование оборудованного учебного кабинета	Оснащенность оборудованного учебного кабинета	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, пом. №1	316 - Кабинет самоподготовки студентов	рабочих мест студента – 26 шт; ПК, с выходом на телевизор LG - 1 шт. ПК с подключением к интернету -5 шт.	Windows 10 (Подписка DreamSpark Premium договор № Tr000153075 от 11.04.2017) Мой Офис Стандартный (Договор № Л-80878 02.04.2019) MS Office-2010 Russian Standart (Лицензия № 46931090 от 20.05.2010) ABBYY FineReader 10 Corporate Edition (Сертификат AF10-3S1V25-102 от 04.06.2010)
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, пом. №1	Компьютерный класс № 4 (кафедра АПУ)	1. Рабочее место преподавателя, оснащенное ПК с монитором – 1 шт. 2. Рабочее место студента, оснащенное ПК с монитором – 12 шт. 3. Рабочее место студента – 10 шт. 4. Комплект демонстрационного оборудования: - мультимедийный проектор – 1 шт. - экран для проектора – 1 шт. - доска маркерная – 1 шт.	Windows 10 (Подписка DreamSpark Premium договор № Tr000153075 от 11.04.2017) Мой Офис Стандартный (Договор № Л-80878 02.04.2019) MS Office-2010 Russian Standart (Лицензия № 46931090 от 20.05.2010) ABBYY FineReader 10 Corporate Edition (Сертификат AF10-3S1V25-102 от 04.06.2010) Компас 3D (Лиц.согл. № 054A15 от 05.10.2015) MATLAB (лицензия № 363567 от 27.04.2011)

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины «Преобразование измерительных сигналов» используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических и лабораторных занятий находятся в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Преобразование измерительных сигналов» по адресу <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=18> и могут быть проработаны студентами до чтения

лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в ФОС дисциплины. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой и выполнения письменной контрольной работы (заочное обучение) с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в ФОС дисциплины.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

7.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим, лабораторным занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

7.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

7.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков дискуссионного обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины, выработки собственной позиции по актуальным вопросам (проблемам);
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по подготовке доклада, выполнению реферата или эссе, требования к их оформлению, порядок сдачи.

7.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 4.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютерах в специализированных аудиториях для самостоятельной работы. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

7.6. Методические указания для выполнения РГР (контрольной работы)

Учебным планом предусмотрено выполнение домашней контрольной работы студентами заочной формы обучения.

Выполнение предписанного в контрольной работе задания по проектированию и исследованию характеристик линейного частотного фильтра закрепляет и углубляет теоретические знания в рамках изучаемой дисциплины, развивает навыки владения методикой синтеза фильтров для частотной обработки сигналов, а также навыки расчета динамических характеристик и параметров типовых линейных фильтров.

Приступая к выполнению контрольной работы, студент должен ознакомиться с рекомендуемой литературой и методическими указаниями к практическим занятиям и методическими указаниями к выполнению контрольной работы (см. п. 4).

Примерная тематика и варианты контрольной работы

Тема: Проектирование фильтров Баттерворта (или Чебышева) в аналоговом и цифровом вариантах. Исходные требования к контрольной работе:

1. Спроектировать аналоговый вариант фильтра (математическую модель в виде передаточной функции и импульсной переходной функции).
2. Предложить вариант реализации аналогового фильтра (электрическую принципиальную схему), рассчитать номиналы входящих в схему радиоэлементов.
3. Построить амплитудно-частотную характеристику и фазовую частотную характеристику.
4. Рассчитать импульсную переходную функцию (весовую функцию) фильтра и проиллюстрировать.
5. Рассчитать коэффициент подавления амплитуды помехи на трехкратной частоте среза для ФНЧ (или 1/2 частоты среза для ФВЧ).
6. Синтезировать – на выбор – БИХ-фильтр или КИХ-фильтр по аналоговому прототипу, из условия, что весь спектр сигнала располагается в полосе пропускания фильтра.
7. Представить результаты синтеза в виде дискретной передаточной функции, импульсной характеристики, структурной схемы, амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик с иллюстрацией АФЧХ на графиках.

Таблица вариантов исходных данных

№ варианта	Аналоговый фильтр-прототип	Частота среза, Гц	Коэффициент передачи мощности на частоте среза	ФИО (согласно алфавитному списку группы)
1	ФНЧ Баттерворта 1-го порядка	30	1/2	
2	ФВЧ Баттерворта 1-го порядка	40	1/2	
3	ФНЧ Баттерворта 2-го порядка	50	1/2	
4	ФВЧ Баттерворта 2-го порядка	60	1/2	
5	ФНЧ Чебышева 2-го порядка	70	0,5	
6	ФВЧ Чебышева 2-го порядка	80	0,8	
...	...	...	...	

Пример решения контрольной работы с соответствующими комментариями представлен в методических указаниях к выполнению контрольной работы.

7.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Учебным планом не предусмотрено.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

- ~ ФОС включает в себя:
- ~ перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- ~ описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- ~ типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- ~ методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ

Согласно Федеральному закону от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» ст. 79, п.8 профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся. Адаптированная рабочая программа разрабатывается по каждой направленности при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.