МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
электроники

Усков Г.К.

20.05.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.В.ДВ.01.01.02 Цифровая обработка сигналов

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:
09.04.01 Информатика и вычислительная техника

2. Профиль подготовки/специализация:
Автоматизированные информационно-измерительные системы

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: электроники

6. Составители программы:
Аверина Лариса Ивановна, д.ф.-м.н., профессор

7. Рекомендована: НМС физического факультета 20.05.2025, № протокола: 5

8. Учебный год: 2025/2026 **Семестр(ы)/Триместр(ы):** 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков, позволяющих осуществлять цифровую обработку сигналов и радиосигналов в частности
- освоение современных пакетов прикладных программ MATLAB/OCTAVE для решения задач цифровой обработки сигналов и технических вычислений

Задачи учебной дисциплины:

- освоить методы спектрального анализа цифровых сигналов
- изучить принципы работы и основные архитектуры современных аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей
- овладеть навыками синтеза и анализа цифровых фильтров по средствам пакета MATLAB/OCTAVE
- усвоить основы квадратурной обработки цифровых сигналов

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к вариативной части факультативных дисциплин блока ФТД.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-6	Способен осуществлять руководство разработкой специального программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов	ПК-6.1	Умеет разрабатывать и согласовывать технических заданий на разработку программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов с разработчиками аппаратной части	**Знать:** - стандартные методы анализа и обработки цифровых данных и сигналов **Уметь:** - определить и применить метод цифровой обработки наиболее подходящий для решения конкретной практической задачи обработки радиосигналов и цифровых данных; - использовать навыки работы с рассматриваемым в курсе современным программным обеспечением Matlab/Octave; **Владеть:** - навыками использования стандартных методов обработки сигналов по средствам программного обеспечения Matlab/Octave
		ПК-6.2	Умеет осуществлять руководство работами по разработке специального программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов	**Знать:** - базовые принципы работы и возможности программных продуктов Matlab/Octave применительно к области цифровой обработки сигналов **Уметь:** - использовать программное обеспечение Matlab/Octave для оценки спектральных составляющих цифровых сигналов; - синтезировать, анализировать и применять на практике цифровые фильтры; - применять методы квадратурной обработки цифровых сигналов; **Владеть:** - методами дискретизации полосовых и низкочастотных сигналов; - методами проектирования цифровых фильтров, применяемых в компьютеризированных вычислительных комплексах с целью повышения их эффективности и устойчивости;

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час – 2 / 72
Форма промежуточной аттестации *зачет*

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			2
Аудиторные занятия		54	54
в том числе:	лекции	36	36
	практические	18	18
	лабораторные		
Самостоятельная работа		18	18
Форма промежуточной аттестации: зачет			
Итого:		72	72

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Общие сведения о цифровой обработки сигналов	Понятия аналогового, дискретного, квантованного и цифрового сигналов. Основные теоремы и положения ЦОС.	–
1.2	Особенности спектрального анализа цифровых сигналов. Периодическая дискретизации.	Дискретное преобразования Фурье (ДПФ), быстрое преобразование Фурье (БПФ). Основные свойства ДПФ. ДПФ типовых сигналов. Интерпретация ДПФ. Эффекты утечки спектральных составляющих, методы их уменьшения. Периодическая дискретизация. Методы оцифровки полосовых и низкочастотных сигналов.	–
1.3	Шумы квантования.	Двоичные форматы данных. Ошибки квантования. Основные качественные и количественные характеристики шумов квантования. Методы уменьшения их влияния.	–
1.4	Общие сведения о аналого-цифровом (АЦП) и цифро-аналоговом преобразовании (ЦАП).	Основные архитектуры и принципы работы АЦП и ЦАП. Основные статические и динамические характеристики. Области применимости основных архитектур АЦП и ЦАП.	–
1.5	Цифровая фильтрация	Преобразование Лапласа дискретного сигнала, фильтрация дискретного сигнала. Понятия полюсов и нулей, s-плоскости, области устойчивости. Z-преобразование. Преобразование s-плоскости в z-плоскость. Свойства z- преобразования. Передаточная характеристика и разностное уравнение дискретного фильтра. Основные виды цифровых фильтров. Понятие дискретной свертки. Формы реализации цифровых фильтров. Шумы квантования в цифровых фильтрах и методы их оценки.	–
1.6	Основы квадратурной обработки сигналов	Комплексная огибающая полосового сигнала. Универсальный квадратурный модулятор. Выделение комплексной огибающей полосового радиосигнала. Квадратурный гетеродин. Понятие сигнального созвездия. Преобразование Гильберта, основные свойства. Аналитический сигнал. Квадратурный формирователь аналитического сигнала. Однополосная модуляция (SSB).	–
2. Практические занятия			
2.1	Особенности спектрального анализа цифровых сигналов. Периодическая дискретизации.	Теоретический и экспериментальный (с помощью программного комплекса Matlab/Octave) расчет и построение спектров периодически дискретизированных сигналов. Изучение влияния эффекта «утечки» спектральных составляющих на спектральный состав цифрового сигнала. Изучение влияния неоднозначности	–

		представления сигналов в частотной области в случае дискретизации полосовых и низкочастотных сигналов.	
2.2	Общие сведения о аналого-цифровом (АЦП) и цифро-аналоговом преобразовании (ЦАП).	Теоретический и экспериментальный (с помощью программного комплекса Matlab/Octave) расчет и исследование влияния шумов квантования при аналого-цифровом и цифро-аналоговом преобразованиях. Изучение влияния выборки с запасом по частоте и фильтра защиты от зеркальных частот.	–
2.3	Цифровая фильтрация	Теоретический и экспериментальный (с помощью расширения FDA tool программного продукта Matlab) синтез и анализ цифровых фильтров. Анализ влияния конечной разрядности на устойчивость цифровых фильтров. Экспериментальная фильтрация цифровых данных и анализ спектральных составляющих.	–
2.4	Основы квадратурной обработки сигналов	Теоретическое и экспериментальное (с помощью расширения Simulink программного продукта Matlab) создание упрощенной идеальной модели системы связи. Понятие полосовых квадратурных сигналов в частотной области.	–
3. Лабораторные занятия			

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Общие сведения о цифровой обработки сигналов	4			3	7
2	Особенности спектрального анализа цифровых сигналов. Периодическая дискретизации.	8	4		3	15
3	Шумы квантования.	4			3	7
4	Общие сведения о аналого-цифровом (АЦП) и цифро-аналоговом преобразовании (ЦАП).	8	4		3	15
5	Цифровая фильтрация	8	4		3	15
6	Основы квадратурной обработки сигналов	4	6		3	13
	Итого:	36	18		18	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций и литературой.

После окончания лекции нужно просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого следует обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью углубленного изучения проблемного вопроса. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания, поэтому необходимо просматривать несколько источников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекции с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал.

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа может включать в себя следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;

- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка зачету.

Кроме литературы из основного списка рекомендуется самостоятельно использовать дополнительную. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

В процессе самостоятельной работы следует занимать активную позицию и пользоваться не только рекомендованной литературой, но и самостоятельно найденными источниками. При изучении дисциплины рекомендуется использовать возможности сети Интернет для получения дополнительной информации по рассматриваемой теме.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к онлайн-занятиям, ответственно подходить к выполнению заданий для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2006
2.	Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение 2-е издание, исправленное. — Москва; Санкт-Петербург; Киев: Вильямс, 2003 — 1104 с.
3.	Айфичер Э.С. Цифровая обработка сигналов: практический подход / Э.С. Айфичер, Б.У. Джервис. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 992с
4.	Оппенгейм А, Шафер Р. Цифровая обработка сигналов.- Москва: Техносфера, 2006. – 856с.
5.	Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко. – СПб: Питер, 2003. – 608с

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	Дьяконов В.П. MATLAB полный самоучитель / В.П. Дьяконов – М.: ДМК Пресс, 2012. – 768 с.
2.	Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В. Введение в Octave для инженеров и математиков: / Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова — М.: ALT Linux, 2012. — 368 с.
3.	Сато Ю. Без паники! Цифровая обработка сигналов / Ю.Сато. – М.: Додэка-XXI, 2010. – 176с.
4.	Хемминг Р.В. Цифровые фильтры / Р.В. Хемминг. – М.: Сов.радио, 1980.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus
2.	Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1486
3.	Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457
4.	Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус") : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1436
5.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1401
6.	Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М") : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1360
7.	Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1344
8.	Электронно-библиотечная система IPRbooks : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1343
9.	Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1336
10.	Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1310
11.	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1308
12.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1307
13.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1306

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	*Видео лекции "Введение в MATLAB" – URL : https://www.youtube.com/watch?v=fcrhXFxCbD8&list=PLmu_y3-DV2_nKd7epECPEbTVamsmEmMMI*
2.	*Видео лекции "Введение в Octave" – URL : https://www.youtube.com/watch?v=E4yOa0yEkMk&list=PLZuZy1qxOI-I_NRhJ0-yyssBj-srhnPmj*
3.	*Видео лекция "Проектирование цифровых фильтров в MATLAB" – URL : https://www.youtube.com/watch?v=fxvxaTyZ6vw*
4.	*Видео лекция "Введение в Simulink MATLAB" – URL : https://www.youtube.com/watch?v=_gDsghQ-Y1s&list=PLmu_y3-DV2_k0FqQSqWVKE0cW-eSPUSTq*
5.	*Дополнительная информация по курсу «ЦОС» – URL : http://www.dsplib.ru/*
6.	*ЭУМК «ЦОС» – URL : https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6958*

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины для проведения текущего контроля и в качестве информационного ресурса используются технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе образовательного портала "Электронный университет ВГУ" по адресу edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

При выполнении практических работ используются следующие программные продукты: пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений MATLAB, свободная программная система для математических вычислений, использующая совместимый с MATLAB язык высокого уровня — Octave.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийная аудитория (ауд. 401): специализированная мебель, компьютеры, мультимедиа-проектор, настенный экран для проектора, аудио колонки

WinPro 8, Linux Debian, Open Office, Python, MicroCap Evaluation, Maxima, Octave

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 401): специализированная мебель, мультимедиа-проектор, настенный экран для проектора, аудио колонки, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ

WinPro 8, Linux Debian, Open Office, Google Chrome, Visual Studio Code, StarUML, Maxima, Octave, MATLAB, JVM, Scala, Haskel, Closure, Java, Kotlin, Python, Go, GCC, CLANG, ReactiveX, VHDL, Verilog, ReactiveX, VHDL, Verilog, SimulIDE Circuit Simulator, Wokwi Simulator, NI LabView, Arduino Studio, MicroCap Evaluation

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Общие сведения о цифровой обработки сигналов Особенности спектрального анализа цифровых сигналов. Периодическая дискретизации. Шумы квантования. Общие сведения о аналого-цифровом (АЦП) и цифро-аналоговом преобразовании (ЦАП).	ПК-6 Способен осуществлять руководство разработкой специального программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов	ПК-6.1 Умеет разрабатывать и согласовывать технических заданий на разработку программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов с разработчиками аппаратной части	Практические работы
		ПК-6 Способен осуществлять руководство	ПК-6.2 Умеет осуществлять руководство работами по разработке специального	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	Цифровая фильтрация Основы квадратурной обработки сигналов	разработкой специального программного обеспечения радиоэлектронн ых средств и их комплексов	программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов	
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Перечень теоретических вопросов

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах выполнения практико-ориентированных заданий - практических работ и тестирования на портале Электронный университет ВГУ.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: комплекта групповых практических работ.

1. Практическая работа №1 «Дискретизация непрерывных сигналов. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Утечка ДПФ. Шумы квантования в аналого-цифровом преобразователе (АЦП). Особенности цифро-аналогового преобразования (ЦАП)»
2. Практическая работа №2 «Цифровая фильтрация»
3. Практическая работа №3 «Квадратурная обработка сигналов»

Описание технологии проведения.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета – в форме защиты этапов реализации отчетов на практических занятиях. Критерии оценивания приведены ниже.

Результаты текущей аттестации учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации (зачета).

Критерии оценки компетенций (результатов обучения) при выполнении теста:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Выполнены все поставленные задачи	Повышенный уровень	Отлично
75–99% задач выполнено	Базовый уровень	Хорошо
50–74% задач выполнено	Пороговый уровень	Удовлетворительно
0–49% задач выполнено	–	Неудовлетворительно

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме зачета. Согласно П ВГУ 2.1.07 – 2024 Положению о проведении промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования, оценка на зачете

может быть выставлена по результатам текущей успеваемости обучающегося в течение семестра и на основании процедуры и критериев оценивания, представленных в рабочей программе, но не ранее чем на заключительном занятии.

Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет) осуществляется с помощью следующих оценочных средств: теоретических вопросов. В контрольно-измерительный материал включаются два теоретических вопроса, позволяющих оценить уровень полученных знаний, умений и навыков.

Перечень вопросов к зачету:

1. Понятия аналогового, дискретного, квантованного и цифрового сигналов.
2. Теорема Найквиста — Шеннона.
3. Неоднозначность представления дискретного сигнала в частотной области.
4. Дискретизация низкочастотных сигналов.
5. Дискретизация полосовых сигналов.
6. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Свойства ДПФ. Обратное ДПФ.
7. Особенности спектрального анализа при использовании ДПФ.
8. Методы повышения точности ДПФ.
9. ДПФ обобщенной прямоугольной функции.
10. ДПФ комплексной синусоиды.
11. ДПФ действительного синусоидального сигнала.
12. Быстрое преобразование Фурье. Алгоритмы БПФ с децимацией по времени и частоте.
13. Двоичные форматы с фиксированной запятой.
14. Понятия старшего и младшего значащих разрядов, усечение и округление данных, ошибки переполнения.
15. Ошибки квантования в аналого-цифровом преобразователе (АЦП). Мощность шума квантования, отношение сигнал/шум квантования, эффективное число бит.
16. Двоичные форматы с плавающей запятой. Формат IEEE P754.
17. Основные архитектуры АЦП: конвейерные.
18. Основные архитектуры АЦП: последовательного приближения.
19. Основные архитектуры АЦП: сигма-дельта.
20. Основные архитектуры цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП): на основе масштабирования токов.
21. Основные архитектуры ЦАП: на основе масштабирования напряжений.
22. Основные архитектуры ЦАП: на основе масштабирования зарядов.
23. Статические характеристики АЦП/ЦАП.
24. Динамические характеристики АЦП/ЦАП.
25. Преобразование Лапласа дискретного сигнала, фильтрация дискретного сигнала.
26. Понятия полюсов и нулей, S-плоскости, области устойчивости.
27. Z-преобразование. Преобразование S-плоскости в Z-плоскость. Свойства Z-преобразования.
28. Передаточная характеристика и разностное уравнение дискретного фильтра. БИХ и КИХ фильтры.
29. Понятие свертки дискретного сигнала.
30. Каскадная форма реализации рекурсивных фильтров.
31. Прямая и каноническая формы реализации биквадратного звена.
32. Шумы квантования в цифровых фильтрах. Методы расчета масштабных множителей.
33. Методы оценки шумов квантования в цифровых фильтрах.
34. Комплексная огибающая полосового сигнала.
35. Универсальный квадратурный модулятор.
36. Выделение комплексной огибающей полосового радиосигнала. Квадратурный гетеродин.
37. Понятие сигнального созвездия.
38. Преобразование Гильберта, основные свойства. Аналитический сигнал.

39. Квадратурный формирователь аналитического сигнала.
40. Однополосная модуляция.

Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Требования к выполнению заданий (шкалы и критерии оценивания).

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие ***показатели:***

1) Владеть методами обработки и анализа данных физических и прикладных экспериментов.
2) Уметь решать задачи оптимизации и оптимального планирования.
3) Уметь разрабатывать инструменты для сбора и анализа данных в научных и индустриальных приложениях.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется ***шкала:*** «зачтено», «не зачтено».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	**Уровень сформированности компетенций**	**Шкала оценок**
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен к использованию типовых подходов и средств реализации практических задач.	Базовый уровень	Зачет
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	Не зачтено

3++

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность
09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Дисциплина
ФТД.В.ДВ.01.01.02 Цифровая обработка сигналов

Профиль подготовки/специализация
Автоматизированные информационно-измерительные системы

Форма обучения очная

Учебный год 2025/2026

Ответственный исполнитель

Доцент кафедры электроники _____ _____ __.__ 20__

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП
по направлению/специальности _____ _____ __.__ 20__

Начальник отдела обслуживания ЗНБ _____ _____ __.__ 20__

Программа рекомендована НМС физического факультета 28.10.2024протокол № 8 от 28.10.2024 г.