

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

06.03.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.13 Цифровая обработка сигналов

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Технологии автоматизации и роботизации производств

Курс 3  
Семестр 5

**Распределение учебного времени**

|  |         |                       |
|--|---------|-----------------------|
| Трудоемкость по учебному плану                         | 144 / 4 | часов/зачетных единиц |
| Лекции   | 18      | часов                 |
| Лабораторные работы                                    | -       | часов                 |
| Практические занятия                                   | 36      | часов                 |
| Иная контактная работа                                 | -       | часов                 |
| Всего контактной работы (без учета экз.)               | 54      | часов                 |
| Контактная работа по экзамену                          | -       | часов                 |
| Курсовой проект (работа)                               | -       | семестр               |
| Самостоятельная работа обучающихся<br>(без учета экз.) | 90      | часов                 |
| Самостоятельная работа по подготовке к<br>экзамену     | -       | часов                 |
| Экзамен  | -       | семестр               |
| Зачет  | -       | семестр               |
| БРК, ДЗ  | 5       | семестр               |

                      
(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Программу составили:

|             |           |             |                |
|-------------|-----------|-------------|----------------|
| доцент      | РТиМБС    | СОГЛАСОВАНО | Д.Г. Хафизов   |
| (должность) | (кафедра) |             | (И.О. Фамилия) |

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра проектирования и производства электронно-вычислительных средств

|                        |             |                |
|------------------------|-------------|----------------|
| (наименование кафедры) |             |                |
| 06.03.2023             | протокол №  | 9              |
| (дата)                 |             |                |
| Заведующий кафедрой    | СОГЛАСОВАНО | Р.Г. Хафизов   |
|                        |             | (И.О. Фамилия) |

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

|                     |             |                |
|---------------------|-------------|----------------|
| Заведующий кафедрой | СОГЛАСОВАНО | А.И. Павлов    |
|                     |             | (И.О. Фамилия) |

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

|             |                |
|-------------|----------------|
| СОГЛАСОВАНО | А.А. Медяков   |
|             | (И.О. Фамилия) |

Эксперт(ы): Макаров Д.Е., ведущий инженер-конструктор АО «Марийский машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 09.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения  |
|---|--|--|
| 1. УК-1<br>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1 Выполняет поиск необходимой для решения поставленной задачи информации, её критический анализ, обобщение и представление на основе знаний естественно-научных дисциплин и современных информационных технологий | <b>знания:</b> Знает подходы к поиску информации<br><b>умения:</b> Умеет проводить критический анализ информации по методам цифровой обработки сигналов<br><b>навыки:</b> Владеет навыками обобщения информации на основе знаний естественно-научных дисциплин и современных информационных технологий   |
|   | УК-1.2 Систематизирует обнаруженную информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи  | <b>знания:</b> Знает подходы к систематизации информации, полученную из разных источников<br><b>умения:</b> Умеет систематизировать информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи на разработку системы цифровой обработки сигналов<br><b>навыки:</b> Владеет навыками использовать информацию, полученную из разных источников, при разработке алгоритмов цифровой обработки сигналов |
|   | УК-1.3 Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор  | <b>знания:</b> Знает методы оптимизации систем обработки сигналов<br><b>умения:</b> Умеет выбирать оптимальный вариант решения задачи цифровой обработки сигналов<br><b>навыки:</b> Владеет навыками аргументации выбора оптимального варианта решения задачи цифровой обработки сигналов  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| 2. ПК-3<br>Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим | ПК-3.1 Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием | <b>знания:</b> Знает методы математического и компьютерного моделирования цифровых устройств<br><b>умения:</b> Умеет производить выбор элементной базы для цифровых устройств<br><b>навыки:</b> Владеет навыками применения современных средства разработки цифровых устройств |
|--|---|--|

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Информационные технологии (УК-1), Электротехника и электроника (УК-1), Электротехника и электроника (ПК-3), Датчики автоматических систем (ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Основы проектирования автоматизированных и робототехнических систем (УК-1), Проектирование роботов и робототехнических систем (УК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (УК-1), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (УК-1), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ПК-3)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция

#### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5 семестр

| Виды и темы занятий   | Количество часов | Формируемые компетенции |
|---|------------------|-------------------------|
| <b>Методы математического описания и анализа дискретных и цифровых сигналов и систем</b>  | <b>144</b>       | ПК-3, УК-1              |
| Лекция. 1. Общая структура системы цифровой обработки аналоговых сигналов   | 2                |                         |
| Лекция. 2. Квантование сигналов по уровню   | 2                |                         |
| Лекция. 3. Дискретная свертка.  | 2                |                         |
| Лекция. 4. Дискретное преобразование Фурье.   | 2                |                         |
| Лекция. 5. Быстрое преобразование Фурье   | 2                |                         |
| Лекция. 6. Передискретизация сигнала по алгоритму ресамплинга.  | 2                |                         |
| Лекция. 7. Теория Z-преобразования.   | 2                |                         |
| Лекция. 8. Цифровые фильтры   | 2                |                         |
| Лекция. 9. Помехоустойчивое кодирование информации  | 2                |                         |
| Практическое занятие. 1. Дискретизация сигналов   | 4                |                         |
| Практическое занятие. 2. Спектр дискретных сигналов   | 4                |                         |
| Практическое занятие. 3. Двумерное ДПФ. Применение свойства сепарабельности двумерного ДПФ  | 4                |                         |
| Практическое занятие. 4. Дискретная свертка. Секционная свертка. Быстрая свертка.   | 6                |                         |
| Практическое занятие. 5. Ресамплинг (передискретизация) цифровых сигналов и изображений.  | 6                |                         |
| Практическое занятие. 6. Аппаратно-программный стенд для построения АЧХ четырёхполюсников   | 6                |                         |
| Практическое занятие. 7. Анализ АМ сигналов   | 6                |                         |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю, выполнение домашнего задания | 90               |                         |
| Иная контактная работа:   | 0                |                         |

#### Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы,

явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным

Изучение дисциплины включает выполнение практических работ. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является балльно-рейтинговый контроль.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

| №№<br>п/п   | Список используемой литературы   | Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет   |
|---|--|--|
| <b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b> |  |  |
| 1.  | Хафизов, Д. Г. Цифровая обработка сигналов [Текст] : лабораторный практикум : [по направлениям подготовки "Биотехнические системы и технологии", "Радиотехника" и специальности "Радиоэлектронные системы и комплексы"]. Ч. 1, 2018. - 70 с. ISBN 978-5-8158-2003-6. Экземпляры: всего 20.                   | 20 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Hafizov_zifrovai_obrabotka_signalov_2018.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Hafizov_zifrovai_obrabotka_signalov_2018.pdf</a> |
| 2.  | Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычисл. техника"] / А. Б. Сергиенко. 2-е изд. Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2006. - 750 с. ISBN 5-469-00816-9. Экземпляры: всего 15. | 15   |
| 3.  | Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Магазинникова А. Л. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 132 с. ISBN 978-5-507-46133-2.   | <a href="https://e.lanbook.com/book/298514">https://e.lanbook.com/book/298514</a>  |
| <b>ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ</b>            |  |  |
| 1.  | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU   | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 2. | Научная электронная библиотека «Киберленинка» | <a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a> |
|----|---|---|

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

| №№<br>п/п | Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации | Перечень основного оборудования  | Программное обеспечение  |
|-----------|---|--|--|
| 1.        | 402 (III)   | Генератор высокочастотный Г4-102 (3), Генератор Г4-102А (1), Генератор низкочастотный ГЗ-109 (1), Генератор сигналов универсальный DG 1022 (6), Лабораторный практикум "Аналоговая и цифровая электроника" (7), Лабораторный практикум "Основы радиотехники и телекоммуникаций" Emona DATEx Telecommunication (4), Междисциплинарная лабораторная платформа в комплекте с аппаратно-программным контроллером NI ELVIS II +Hardware (7), Мобильная стойка для NB AVA1500-60-1P для LCD телевизора (1), Мультиметр DM3058E (1), Мультиметр AM-1083 (2), Осциллограф цифровой DS 1052E (6), Осциллограф C1-65 (4), Станция паяльная ATP -1107 (1), Телевизор LED Samsung UE55NU7100 UX 4K Ultra HG (1), Учебный стенд DE1-SoC /Terasic Technologies L.L.C (2), Комплект | Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40, LABVIEW |

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

| Уровень сформированности элементов компетенции | Критерии оценивания   | Шкала оценивания  |
|--|---|-------------------|
| Пороговый уровень                              | Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может | удовлетворительно |

|                     |   |         |
|---------------------|---|---------|
|                     | допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.   |         |
| Продвинутый уровень | Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения   | хорошо  |
| Высокий уровень     | Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ | отлично |

#### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

#### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

##### КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 0

1. Общая структура системы цифровой обработки аналоговых сигналов.
2. Z-преобразование дискретных сигналов. Свойства. Пример
3. Задача №8

|  |
|--|
|  |
|--|

##### Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

4. Общая структура системы цифровой обработки аналоговых сигналов.
5. Математические модели дискретных сигналов.
6. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема и ряд Котельникова.



7. Спектр дискретного сигнала.
8. Квантование сигналов по уровню.
9. Цифровое кодирование сигнала.
10. Дискретное преобразование Фурье. Свойства. Пример.
11. Z-преобразование дискретных сигналов. Свойства. Пример.
12. Цифровые трансверсальные фильтры.
13. Цифровые рекурсивные фильтры.
14. Цифровые фильтры. Методы синтеза цифровых фильтров.
15. Помехоустойчивое кодирование информации. Декодирование с обнаружением ошибок. Теорема об обнаруживающей способности кода. Пример.
16. Помехоустойчивое кодирование информации. Декодирование с исправлением ошибок. Теорема об исправляющей способности кода. Пример.
17. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Пример