

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

_____ Турилова Е.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Цифровая обработка сигналов

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): заместитель директора центра Кокунин П.А. (Научно-исследовательский центр Центр превосходства Специальная робототехника и искусственный интеллект, Институт вычислительной математики и информационных технологий), PAKokunin@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные принципы цифровой обработки сигналов;
- основы цифровой обработки сигналов, включая быстрое преобразование Фурье (БПФ);
- алгоритмы цифровой фильтрации, в том числе фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой (КИХ и БИХ фильтры);
- различные способы и алгоритмы цифровой фильтрации.

Должен уметь:

- математически описывать цифровые сигналы и системы их обработки;
- выполнять математические операции над сигналами, такие как дискретизация, преобразование Фурье и другие;
- анализировать и интерпретировать результаты спектрального анализа сигналов;
- правильно выбирать способ фильтрации сигнала в зависимости от поставленной задачи.

Должен владеть:

- навыками работы с электронными приборами и устройствами, используемыми для сбора и обработки сигналов;
- математическими и алгоритмическими методами проектирования систем цифровой обработки сигналов;
- навыками применения цифровых фильтров для анализа сигналов;
- навыками проектирования систем цифровой обработки сигналов, работающих в режиме реального времени.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания и навыки в практической деятельности;
- понимать основные методы синтеза цифровых фильтров;
- работать с информационными технологиями и программным обеспечением для проектирования и оценки характеристик систем цифровой обработки сигналов;
- ориентироваться в литературе по цифровой обработке сигналов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.17 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 "Мехатроника и робототехника (Робототехника и искусственный интеллект)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N | Разделы дисциплины / модуля | Се- местр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | | | | Само- стоя- тель- ная ра- бота |
|-----|--|--------------|---|--------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---|
| | | | Лекции, всего | Лекции в эл. форме | Практи- ческие занятия, всего | Практи- ческие в эл. форме | Лабора- торные работы, всего | Лабора- торные в эл. форме | |
| 1. | Тема 1. Тема 1. Основы анализа сигналов | 5 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 2. | Тема 2. Тема 2. Дискретное преобразование Фурье | 5 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 3. | Тема 3. Тема 3. Цифровые сигналы | 5 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 4. | Тема 4. Тема 4. Шумы сигналов | 5 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 5. | Тема 5. Тема 5. Фильтрация сигналов | 5 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 6. | Тема 6. Тема 6. Ресемплинг: децимация и интерполяция | 5 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 7. | Тема 7. Тема 7. Корреляционный анализ | 5 | 6 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 8. | Тема 8. Тема 8. Вейвлет анализ | 5 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 9. | Тема 9. Тема 9. Кепстр сигнала | 5 | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 10. | Тема 10. Тема 10. Работа с сигналами акустического спектра и основы виброанализа | 5 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 11. | Тема 11. Тема 11. Цифровая обработка изображений и видео | 5 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 12. | Тема 12. Тема 12. Обработка сигналов в реальном времени | 5 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| | Итого | | 36 | 0 | 36 | 0 | 0 | 0 | 72 |

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Основы анализа сигналов

Тема 1. Основы анализа сигналов

Преобразование Фурье. Спектр сигнала. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) и Фазо-частотная характеристика (ФЧХ). Понятие уровня сигнала. Преобразование Фурье. Спектр сигнала. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) и Фазо-частотная характеристика (ФЧХ). Понятие уровня сигнала.

Тема 2. Тема 2. Дискретное преобразование Фурье

Тема 2. Дискретное преобразование Фурье

Связь дискретного преобразования с преобразованием последовательности. Появление ложных частот. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Схемы БПФ. Связь дискретного преобразования с преобразованием последовательности. Появление ложных частот. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Схемы БПФ.

Тема 3. Тема 3. Цифровые сигналы

Тема 3. Цифровые сигналы

Цифровой сигнал. АЦП и ЦАП. Восстановление сигнала по дискретным значениям. Теорема Котельникова-Найквиста-Шеннона. Цифровой сигнал. АЦП и ЦАП. Восстановление сигнала по дискретным значениям. Теорема Котельникова-Найквиста-Шеннона. Цифровой сигнал. АЦП и ЦАП. Восстановление сигнала по дискретным значениям. Теорема Котельникова-Найквиста-Шеннона.

Тема 4. Тема 4. Шумы сигналов

Тема 4. Шумы сигналов

Случайные процессы. Виды шумов. Шум оцифровки. Соотношение сигнал/шум. Случайные процессы. Виды шумов. Шум оцифровки. Соотношение сигнал/шум. Случайные процессы. Виды шумов. Шум оцифровки. Соотношение сигнал/шум. Случайные процессы. Виды шумов. Шум оцифровки. Соотношение сигнал/шум.

Тема 5. Тема 5. Фильтрация сигналов

Тема 5. Фильтрация сигналов

Аналоговые и цифровые фильтры. Фильтр низких частот (ФНЧ). Фильтр высоких частот (ФВЧ). Полосовой фильтр. Режекторный фильтр. Дельта-функция Дирака. Импульсная характеристика. Основы цифровой фильтрации. БИХ-фильтры. КИХ-фильтры. Аналоговые и цифровые фильтры. Фильтр низких частот (ФНЧ). Фильтр высоких частот (ФВЧ). Полосовой фильтр. Режекторный фильтр. Дельта-функция Дирака. Импульсная характеристика. Основы цифровой фильтрации. БИХ-фильтры. КИХ-фильтры.

Тема 6. Тема 6. Ресемплинг: децимация и интерполяция

Тема 6. Ресемплинг: децимация и интерполяция

Математические основы ресемплинга: теорема о выборке и ее применение. Алгоритмы децимации и интерполяции: линейная, сплайновая и другие методы. СИС-фильтры, фильтры скользящего среднего. Математические основы ресемплинга: теорема о выборке и ее применение. Алгоритмы децимации и интерполяции: линейная, сплайновая и другие методы. СИС-фильтры, фильтры скользящего среднего.

Тема 7. Тема 7. Корреляционный анализ

Тема 7. Корреляционный анализ

Введение в корреляционный анализ. Коэффициент корреляции Пирсона. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Коэффициент точечной корреляции Кендалла. Проблема мультиколлинеарности в корреляционном анализе. Частная корреляция и метод удаления переменных. Бисериальный и полихорический коэффициенты корреляции. Использование корреляционного анализа в регрессионном анализе. Непараметрический корреляционный анализ и его особенности. Интерпретация результатов корреляционного анализа. Ограничения и проблемы корреляционного анализа.

Тема 8. Тема 8. Вейвлет анализ

Тема 8. Вейвлет анализ

Основы теории вейвлетов. Применение вейвлет-анализа в обработке сигналов. Вейвлет-кодирование и сжатие данных. Нелинейный вейвлет-анализ. Основы теории вейвлетов. Применение вейвлет-анализа в обработке сигналов. Вейвлет-кодирование и сжатие данных. Нелинейный вейвлет-анализ. Основы теории вейвлетов. Применение вейвлет-анализа в обработке сигналов. Вейвлет-кодирование и сжатие данных. Нелинейный вейвлет-анализ.

Тема 9. Тема 9. Кепстр сигнала

Тема 9. Кепстр сигнала

Определение кепстра сигнала. Связь кепстра с преобразованием Фурье. Применение кепстра сигнала. Определение кепстра сигнала. Связь кепстра с преобразованием Фурье. Применение кепстра сигнала. Определение кепстра сигнала. Связь кепстра с преобразованием Фурье. Применение кепстра сигнала.

Тема 10. Тема 10. Работа с сигналами акустического спектра и основы виброанализа

Тема 10. Работа с сигналами акустического спектра и основы виброанализа Введение в акустические сигналы и основы вибродиагностики. Характеристики акустических сигналов и методы их анализа. Измерение и анализ вибрации в промышленных установках и оборудовании. Работа с сигналами акустического спектра и основы виброанализа Введение в акустические сигналы и основы вибродиагностики. Характеристики акустических сигналов и методы их анализа. Измерение и анализ вибрации в промышленных установках и оборудовании.

Тема 11. Тема 11. Цифровая обработка изображений и видео

Тема 11. Цифровая обработка изображений и видео

Основы теории изображений и видео. Методы представления изображений и видео в цифровом видео. Алгоритмы обработки изображений. Алгоритмы обработки видео. Основы теории изображений и видео. Методы представления изображений и видео в цифровом видео. Алгоритмы обработки изображений. Алгоритмы обработки видео.

Тема 12. Тема 12. Обработка сигналов в реальном времени

Тема 12. Обработка сигналов в реальном времени.

Понятие реального времени. Структура системы цифровой обработки сигналов реального времени. Примеры использования цифровой обработки сигналов для решения задач реального времени. Понятие реального времени. Структура системы цифровой обработки сигналов реального времени. Примеры использования цифровой обработки сигналов для решения задач реального времени.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Журнал - http://www.creativeconomy.ru/mag_rp/

Журнал - http://www.basw-ngo.by/page.php?issue_id=2855

Правительство РФ - <http://government.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид работ | Методические рекомендации |
|------------------------|--|
| лекции | Лекционные занятия проходят в интерактивной форме, предполагающей вовлечение обучающихся в обсуждение всех предложенных тем. Применяются такие формы лекционных занятий как лекция-презентация, лекция-дискуссия, проблемная лекция, видео-лекция. Студенты активно участвуют в конструировании знаний во время круглых столов, дискуссионных площадок. |
| практические занятия | Практические занятия, семинары являются одной из основных форм образовательного процесса, ориентированной на усвоение студентами теоретического материала и выработку практических компетенций. Основной целью практических занятий является комплексный контроль усвоения пройденного материала, хода выполнения студентами самостоятельной работы и рассмотрение наиболее сложных и спорных вопросов в рамках темы занятия. Подготовка к семинарам предполагает самостоятельную работу студентов по изучению материала по конкретной теме. |
| самостоятельная работа | Самостоятельная работа преследует цель закрепить, углубить и расширить знания, полученные студентами в ходе аудиторных занятий, а также сформировать навыки работы с научной, учебной и учебно-методической литературой, развивать творческое, продуктивное мышление обучаемых, их креативные качества, формирование общекультурных и профессиональных компетенций. |
| зачет | Зачет проводится в письменной форме. В билет включаются тестовые вопросы, открытые вопросы и задачи из перечня вопросов для подготовки к зачету. Студенту дается 90 минут для выполнения своего варианта зачетного задания. По завершению основной части зачета обучающийся может добрать необходимые баллы в ходе устного опроса студента преподавателем. |

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.06 "Мехатроника и робототехника" и профилю подготовки "Робототехника и искусственный интеллект".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.17 Цифровая обработка сигналов*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

- 1 Гадзиковский, В. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / В. И. Гадзиковский. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2020. - 766 с. - ISBN 978-5-91359-117-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1858810> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
- 2 Улахович, Д. А. Введение в цифровую обработку сигналов : учебник / Д. А. Улахович. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 436 с. - ISBN 978-5-9729-1128-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2092477> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
- 3 Захарова, Т. В. Вейвлет-анализ и его приложения : учебное пособие / Т. В. Захарова, О. В. Шестаков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 158 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-018171-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1915656> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

- 1 Щетинин, Ю. И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB/ЩетининЮ.И. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 115 с.: ISBN 978-5-7782-1807-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/548133> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
- 2 Марьев, А. А. Методы и устройства цифровой обработки сигналов. Дискретизация. Квантование. Цифровой анализ сигналов : учебное пособие / А. А. Марьев ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. - 132 с. - ISBN 978-5-9275-3608-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1894454> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
- 3 Прикладные методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах : учебное пособие / П. П. Клименко, В. Т. Корниенко, А. М. Макаров, Ю. А. Геложе [и др.] ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. - 130 с. - ISBN 978-5-9275-3802-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1894430> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.17 Цифровая обработка сигналов*

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows