

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт информационных технологий и интеллектуальных систем



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ

Турилова Е.А.
"___" 20__ г.

Программа дисциплины

Робототехническая операционная система

Направление подготовки: 09.04.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Интеллектуальная робототехника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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): доцент, к.н. Лавренов Р.О. (Кафедра Интеллектуальной робототехники, Институт информационных технологий и интеллектуальных систем), lavrenov@it.kfu.ru

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

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

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5	Способность использовать имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования, проводить отладку и настройку разработанных программ

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- Основные понятия фреймворка ROS;
- Как писать собственные программы в ROS;
- Как моделировать робота в ROS.

Должен уметь:

- Разбираться в сторонних программных библиотеках фреймворка ROS;
- Самостоятельно писать программы на фреймворке ROS;
- Самостоятельно находить и исправлять ошибки кода ROS;
- Моделировать робота в фреймворке ROS;
- Писать программные модули для реальных роботов

Должен владеть:

- Знаниями архитектуры и основных понятий робототехнической операционной системы;
- Навыками моделирования робота и проектирования алгоритмов в ROS.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.06 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.04.04 "Программная инженерия (Интеллектуальная робототехника)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 1, 2 семестрах.

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 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

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

Самостоятельная работа - 180 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 семестре; экзамен во 2 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- мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стое- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стое- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Тема 1. Введение в ROS. Установка. Основные команды ROS.	1	0	0	0	0	6	0	24
2.	Тема 2. Тема 2. Пакеты в ROS. Создание собственной программы. ROS топики и сообщения.	1	0	0	0	0	6	0	24
3.	Тема 3. Тема 3. Симуляторы. ROS Stage, Gazebo. Симулятор RViz.	1	0	0	0	0	6	0	24
4.	Тема 4. Тема 4. Картографирование в ROS. Сервисы ROS.	1	0	0	0	0	6	0	24
5.	Тема 5. Тема 5. Механизм трансформаций tf.	1	0	0	0	0	6	0	24
6.	Тема 6. Тема 6. Стек навигации в ROS.	1	0	0	0	0	6	0	24
7.	Тема 7. Тема 7. ROS Actions.	2	0	0	0	0	6	0	6
8.	Тема 8. Тема 8. Моделирование робота в ROS.	2	0	0	0	0	6	0	6
9.	Тема 9. Тема 9. Робототехническое зрение в ROS.	2	0	0	0	0	8	0	6
42	Тема 10. Тема 10. Реализация контроллеров в ROS.	2	0	0	0	0	8	0	6
Содержание дисциплины (модуля)									
Тема 1. Тема 1. Введение в ROS. Установка. Основные команды ROS.									
11. Тема 11. Тема 11. Фреймворк ROS2. Введение в ROS. ROS и ОС. Философия ROS. Википедия ROS. Имеющиеся в ROS роботы. Понятия ядра ROS: ноды, топики, сервисы, сообщения. ROS-Мастер и принципы его работы. Сервер параметров. Схематичное графическое отображение текущего состояния ROS. Система пакетов ROS. Поддерживаемые операционные системы. Установка ROS. Базовые команды ROS. Запуск программ в ROS. Получение информации о запущенных программах, топиках, сообщениях.									
12. Итоги темы. Сервисы ROS. Википедия ROS. Имеющиеся в ROS роботы. Понятия ядра ROS: ноды, топики, сервисы, сообщения. ROS-Мастер и принципы его работы. Сервер параметров. Схематичное графическое отображение текущего состояния ROS. Система пакетов ROS. Поддерживаемые операционные системы. Установка ROS. Базовые команды ROS. Запуск программ в ROS. Получение информации о запущенных программах, топиках, сообщениях.									
180									

Тема 2. Тема 2. Пакеты в ROS. Создание собственной программы. ROS топики и сообщения.

Рабочее пространство ROS. Сборка catkin. Создание собственного пакета. Свойства пакетов ROS. Файлы хранения настроек пакетов. Eclipse и ROS. Использование QTCreator для создания нод в C++. Нода - запуск и дебагинг.

Создание собственной ноды в ROS. Основные команды, необходимые для нод в ROS. Дескриптор ноды. Создание циклов. Логирование данных. Сборка пакетов. Топики - отправители и слушатели. Использование функционала Roslaunch. Создание собственных сообщений в ROS и использование стандартных сообщений. Импорт написанных сообщений в ноды.

Тема 3. Тема 3. Симуляторы. ROS Stage, Gazebo. Симулятор RViz.

Симулятор ROS Stage Simulator. Симулятор Gazebo. Версии Gazebo. Серверный и клиентский процессы. Архитектура Gazebo. Виды обзора в Gazebo. Создание, сохранение и загрузка среды симуляции. Компоненты среды симуляции. Получение данных с сенсоров робота. Моделирование робота типа Wander-bot. Управление роботом в симуляторе. Картографирование в ROS и совмещение карт с помощью карты глубины. Карта сетки занятости. YAML файл. Одновременная локализация и картографирование в ROS. Многочастичный фильтр. Сервер карт. Симулятор Rviz. Дисплеи и рабочие окна RViz. Загрузка и сохранение конфигурации. ROS сервисы в симуляторах. Использование сервисов. Ручное редактирование карт.

Тема 4. Тема 4. Картографирование в ROS. Сервисы ROS.

Алгоритмы картографирования в ROS. Одометрия мобильного робота. Принципы работы лазерного дальномера. Обработка данных лазерного дальномера. OccupancyGrid карта. Получение и загрузка карты. Привязка карты к симуляции. Движение робота по карте. Анализ данных для движения робота по наиболее свободному пути.

Тема 5. Тема 5. Механизм трансформаций tf.

Система трансформаций в ROS. Преимущества системы tf. Дерево трансформаций. Дополнительные утилиты для использования трансформаций: view_frame, tf_monitor, tf_echo, roswtf, static_transform_publisher. Кватернионы и углы Эйлера для представления трансформаций. Локализация робота. Получение и отправка трансформаций. Создание алгоритма робота-преследователя.

Тема 6. Тема 6. Стек навигации в ROS.

Стек навигации. Планировщики навигации робота. Карта класса Costmap. Команды цели (из кода). Алгоритмы глобального и локального планирования пути. AMCL. Создание навигационных планов. Алгоритмы вывода робота из застревания. Создание собственных алгоритмов планирования пути в ROS. Обзор существующих алгоритмов и возможностей их дополнения.

Тема 7. Тема 7. ROS Actions.

ROS Actions. Сравнение actions и сервисов. Клиент-серверное взаимодействие в ROS. Основные составляющие ROS Actions: goal, cancel, status, feedback, result. Схемы работы сервера и клиента. Создание собственного файла описания Action. Создание и выполнение кода по клиент-серверному вычислению чисел Фибоначчи. Создание и выполнение кода по дистанционному управлению роботом в симуляторе. Расчет и получение плана движения робота без его исполнения.

Тема 8. Тема 8. Моделирование робота в ROS.

Тип данных URDF. Создание робота в ROS по шагам с использованием пакета urdf_tutorials с визуализацией каждого шага в RViz. Тег Origins для дочерних элементов и соединений. Тег Materials для раскраски и применения текстур. Загрузка готовых CAD файлов для создания робота. Collada-файлы. Виды соединений в ROS. Robot_state_publisher. Коллизии и инерциальные данные. Хасто-файлы. Использование математических формул и макросов при создании моделей роботов. Верификация URDF. SDF-файлы. Добавление робота в симуляционную среду. Сохранение и загрузка симуляционной конфигурации.

Тема 9. Тема 9. Робототехническое зрение в ROS.

OpenCV - структура и примеры. Преобразования цветов в OpenCV. Регулировка цветов. Фильтрация, сегментация, определение характерных точек изображений. Матрицы фильтрации. распознавание объектов с помощью OpenCV. ROS and OpenCV. Преобразование сообщений ROS в изображения OpenCV. Кодирование и декодирование изображений. Преобразование изображений OpenCV в сообщения ROS. Создание робота, распознающего линию и следующего по ней.

Тема 10. Тема 10. Реализация контроллеров в ROS.

Контроллер. Реализация и настройка PID controller. Создание и применение контроллеров по силе тока, скорости, позиции. Библиотеки ros_controllers, ros_control, pid. Интеграция Ros_control и симулятора Gazebo. Интеграция ros_control на созданного робота. Применение RViz для визуализации работы контроллеров.

Тема 11. Тема 11. Фреймворк ROS2

Описание и предназначение ROS2. Сравнение ROS и ROS2. Установка и правила использования ROS2. Программирование в ROS2 языках C++ и Python. Система организации пакетов Ament, система сборки Colcon. Управление роботом в симуляторе. Создание собственных сообщений и сервисов. Интеграция ROS и ROS2 с помощью ros_bridge.

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 №14-55-996ин/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)

ROS Noetic Nujemys - <https://wiki.ros.org/noetic>

ROS 2 Documentation - <https://docs.ros.org/en/foxy/index.html#>

Введение в ROS - <https://stepik.org/course/84285/promo>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>При подготовке к лабораторной работе студенту необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Вспомнить материал прошлых занятий 2) Подготовится работе за компьютером 3) Подготовить к использованию изученные на практическом занятии и сделанные в рамках домашних работ программы. 4) Конспектировать содержание лекций - то, что представлено на слайдах преподавателя, и то, что упоминается устно и записывается на доске. 5) Найти дополнительное источники, о которых будет сказано на практическом занятии и самостоятельно изучить необходимые темы, программируя при этом решаемые задачи. 6) При решении заданий в ROS учитывайте, что экспериментальная работа в робототехническом симуляторе проводится в операционной системе на основе ядра Linux, что подразумевает под собой возможные сложности и эту работу невозможно осуществить в сжатые сроки. 7) Пользоваться стандартными требованиями к разработке ПО и программной архитектуры, например, модулярность кода, описание функций, наличие комментариев, тестирование.
самостоятельная работа	<p>При выполнении самостоятельной работы студенту необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Вспомнить материал прошлых занятий 2) Подготовится работе за компьютером 3) Изучить необходимый материал, дополнительно заданный на домашнее изучение 4) Выделить достаточное время на выполнение 5) В ходе самостоятельной работы дома запустить и по шагам изучить представленные на практическом занятии программы. 6) Найти дополнительное источники, о которых будет сказано на практическом занятии и самостоятельно изучить необходимые темы, программируя при этом решаемые задачи
зачет	<p>Для успешной сдачи зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Для успешной сдачи зачета студент должен посвящать самостоятельной подготовке (изучение лекций, чтение дополнительных материалов, интернет-тutorиалов, решение задач) не менее, чем указанное в РПД время. 2) Изучить весь теоретический материал что будет пройден вместе с преподавателем. 3) Найти дополнительное источники, о которых будет сказано на практических занятиях и самостоятельно изучить темы, программируя при этом решаемые задачи. 4) В ходе самостоятельной работы дома запустить и по шагам изучить все представленные на практическом занятии программы. 5) Выполнить все домашние задания, полученные в течении семестра.
экзамен	<p>Для успешной сдачи экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Для успешной сдачи экзамена студент должен посвящать самостоятельной подготовке (изучение лекций, чтение дополнительных материалов, интернет-тutorиалов, решение задач) не менее, чем указанное в РПД время. 2) Изучить весь теоретический материал что будет пройден вместе с преподавателем. 3) Найти дополнительное источники, о которых будет сказано на практических занятиях и самостоятельно изучить темы, программируя при этом решаемые задачи. 4) Для успешной сдачи экзамена студент должен посвящать самостоятельной подготовке (изучение лекций, чтение дополнительных материалов, решение задач) не менее, чем указанное в РПД время. 5) В ходе самостоятельной работы дома запустить и по шагам изучить все представленные на практическом занятии программы. 6) Прийти на экзамен вовремя.

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 09.04.04 "Программная инженерия" и магистерской программе "Интеллектуальная робототехника".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.06 Робототехническая операционная система

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 09.04.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Интеллектуальная робототехника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Иванов, А. А. Основы робототехники : учебное пособие / А.А. Иванов. - 2-е изд., испр. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 223 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-105516-8. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/994181> (дата обращения: 30.04.2019). - Режим доступа : по подписке.
2. Киселев, М.М. Робототехника в примерах и задачах. Курс программирования механизмов и роботов : учебное пособие / М.М. Киселев. - Москва : СОЛОН-Пр., 2017. - 136 с. - (Информатика). - ISBN 978-5-91359-235-4. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1015055> (дата обращения: 30.04.2019). - Режим доступа : по подписке.
3. Интеллектуальные роботы : учебное пособие / И. А. Каляев, В. М. Лохин, И. М. Макаров, С. В. Манько. - Москва : Машиностроение, 2007. - 360 с. - ISBN 5-217-03339-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/769> (дата обращения: 30.04.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Павлов В.П., Автоматизация моделирования мехатронных систем транспортно-технологических машин : учебное пособие / Павлов В.П. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2016. - 144 с. - ISBN 978-5-7638-3405-5 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763834055.html> (дата обращения: 30.04.2019). - Режим доступа : по подписке.
2. Барсуков, А. П. Кто есть кто в робототехнике: Компоненты и решения для создания роботов и робототехнических систем. Выпуск 2: справочник / А. П. Барсуков. - Москва : ДМК Пресс, 2008. - 128 с. - ISBN 978-5-94074-715-4. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940747154.html> (дата обращения: 30.04.2019). - Режим доступа : по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.06 Робототехническая операционная система

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

Направление подготовки: 09.04.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Интеллектуальная робототехника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.