

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

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Проектный практикум по робототехнике. Часть 1

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Современная разработка программного обеспечения

Квалификация выпускника: бакалавр

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): ассистент, б.с. Апурин А.А. (Кафедра Интеллектуальной робототехники, Институт информационных технологий и интеллектуальных систем), ArAApurn@kpfu.ru ; старший преподаватель, б/с Насибуллина Э.Р. (Кафедра программной инженерии, Институт информационных технологий и интеллектуальных систем), ERStepanova@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:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-11	Способность применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития технологий искусственного интеллекта

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

1. Основы архитектуры ROS 2 (Robot Operating System 2) - принципы работы распределённой системы, структуру пакетов, узлов, топиков, сервисов, действий и параметров
2. Принципы жизненного цикла ROS 2-узлов и особенности взаимодействия между компонентами в рамках экосистемы ROS 2
3. Основы описания роботов с использованием URDF и Хасго - структуру XML-моделей, описание геометрии, кинематики, динамики и сенсорных компонентов робота
4. Принципы работы симуляционных сред (Gazebo, Ignition Gazebo) и взаимодействие с ROS 2-интерфейсами
5. Методы локализации и построения карт (SLAM, AMCL) и их реализацию в пакете Nav2
6. Архитектуру и функциональные компоненты Nav2 - Planner, Controller, Recoveries, Behavior Tree, Costmaps и их взаимодействие
7. Основы планирования движения и управления траекторией в мобильной робототехнике
8. Принципы работы MoveIt 2 - архитектуру, планировщики движений, обработку коллизий, использование IK/FK и взаимодействие с манипуляторами
9. Основы планирования и управления манипуляционными системами в ROS 2
10. Основы интеграции сенсоров (LiDAR, камеры, IMU) и актуаторов в архитектуру ROS 2
11. Принципы проектной деятельности в робототехнике - организация командной работы, управление версиями (Git), документирование и тестирование ROS 2-проектов

Должен уметь:

1. Разрабатывать и собирать ROS 2-пакеты и узлы на языках Python и C++
2. Использовать основные инструменты ROS 2 CLI и систему сборки colcon
3. Создавать URDF/Хасго-модели роботов и проверять их в Rviz и Gazebo
4. Настраивать симуляцию роботов в Gazebo / Ignition Gazebo с использованием ROS 2 интерфейсов
5. Выполнять калибровку и настройку датчиков для навигации и восприятия
6. Настраивать и использовать Nav2 для автономного перемещения мобильных роботов, включая планирование пути, обход препятствий и восстановление после ошибок
7. Настраивать SLAM и AMCL для построения карты и локализации робота в среде
8. Создавать и редактировать Behavior Trees для реализации поведения робота (NavigateToPose, Recoveries)
9. Использовать MoveIt 2 для планирования движений манипуляторов, управления хватом, обхода коллизий и выполнения траекторий
10. Разрабатывать сценарии взаимодействия мобильной базы и манипулятора в едином ROS 2-проекте
11. Осуществлять отладку, визуализацию и диагностику ROS 2-систем с помощью инструментов Rviz2, rqt, ros2 topic echo, tf2 и др.
12. Организовывать работу в команде над проектом с использованием Git и CI/CD-пайплайнов

Должен владеть:

1. Практическими навыками построения и конфигурирования ROS 2-систем
2. Навыками моделирования и анализа роботов в симуляционных средах

3. Навыками разработки программного обеспечения для автономных систем на основе ROS 2
4. Инструментами навигации и планирования движения мобильных роботов
5. Приёмами планирования движений манипуляторов с использованием MoveIt 2
6. Методами интеграции сенсорных и исполнительных подсистем робота
7. Современными средствами командной разработки, контроля версий и автоматизации тестирования
8. Навыками анализа и визуализации данных в ROS 2
9. Методами оценки эффективности и стабильности автономных алгоритмов
10. Культурами проектной и исследовательской деятельности в области робототехники

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.07.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.04 "Программная инженерия (Современная разработка программного обеспечения)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7 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 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 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 - 108 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет с оценкой в 7 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- сто- 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. Введение в ROS 2 и основы архитектуры	7	0	0	0	0	18	0	27
2.	Тема 2. Моделирование и описание роботов (URDF, Gazebo)	7	0	0	0	0	18	0	27
3.	Тема 3. Навигация мобильных роботов в ROS 2 (Nav2)	7	0	0	0	0	18	0	27
4.	Тема 4. Планирование движений манипуляторов и интеграция систем (MoveIt 2)	7	0	0	0	0	18	0	27
	Итого		0	0	0	0	72	0	108

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в ROS 2 и основы архитектуры

Модуль знакомит обучающихся с концепцией ROS 2 как современной платформы для разработки распределённых систем управления роботами. Рассматриваются архитектура ROS 2, принципы обмена данными через топики, сервисы и действия, а также система параметров и жизненных циклов узлов. Студенты осваивают создание и сборку пакетов, использование colcon, настройку launch-файлов, работу с инструментами визуализации и диагностики (rviz2, rqt, tf2). Практическая часть направлена на разработку простых ROS 2-приложений и понимание принципов взаимодействия между компонентами системы.

Тема 2. Моделирование и описание роботов (URDF, Gazebo)

В этом модуле изучаются основы описания и моделирования роботов в формате URDF и Xacro. Обучающиеся осваивают создание структурных моделей роботов, описание звеньев и сочленений, задание масс, инерций, геометрии и визуальных характеристик. Особое внимание уделяется добавлению сенсоров и приводов, настройке коллизий и материалов. Рассматривается интеграция URDF-моделей с симуляционной средой Gazebo (Ignition Gazebo), запуск роботов в симуляции и проверка корректности модели в RViz2. В лабораторной работе студенты создают и тестируют собственную модель мобильного робота.

Тема 3. Навигация мобильных роботов в ROS 2 (Nav2)

Модуль посвящён освоению архитектуры пакета Nav2, обеспечивающего автономное перемещение мобильных роботов. Рассматриваются ключевые компоненты системы: Planner Server, Controller Server, Smoother, Recoveries, Costmap2D и Behavior Trees. Изучаются принципы построения карт и локализации (SLAM, AMCL), методы инфляции и фильтрации препятствий, алгоритмы планирования траекторий (Smac Planner, Hybrid-A*, Lattice) и управления движением (DWB, MPPI). Практическая часть включает настройку и отладку навигационного стека для симулированного робота, анализ поведения системы и оптимизацию параметров.

Тема 4. Планирование движений манипуляторов и интеграция систем (MoveIt 2)

Заключительный модуль посвящён планированию движений манипуляторов с использованием MoveIt 2 и интеграции мобильных и манипуляционных подсистем в единую робототехническую систему. Рассматриваются структура MoveIt 2, принципы работы Motion Planning Pipeline, алгоритмы обратной и прямой кинематики, планирование в конфигурационном пространстве и проверка коллизий. Обучающиеся осваивают управление схватом, настройку планировщиков (OMPL, STOMP) и взаимодействие MoveIt 2 с ROS 2-топиками и действиями. В проектной работе студенты создают интегрированную систему, объединяющую навигацию и манипуляцию, демонстрируя навыки комплексной разработки.

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 №14-55-996бин/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)

MoveIt 2 Wiki - <https://moveit.picknik.ai/main/index.html>

Nav2 Wiki - <https://docs.nav2.org/>

ROS2 Wiki - <https://docs.ros.org/en/jazzy/index.html>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>Цель лабораторных занятий Формирование устойчивых практических навыков использования ROS 2 для описания, симуляции, навигации и управления роботами. Каждая лабораторная направлена на получение конкретного результата - работающего фрагмента системы.</p> <p>Общие рекомендации Перед каждым занятием обучающийся должен ознакомиться с лекционным материалом и краткой теoriей по теме лабораторной работы. Работы выполняются индивидуально либо в малых командах (до 3 человек). Для выполнения используется рабочая среда ROS 2 Humble/Foxy, симулятор Gazebo (или Ignition) и визуализатор RViz2. Все этапы фиксируются в отчёте: цель, краткая теория, скриншоты, код и выводы. По окончании каждой работы проводится короткая защита (демонстрация результата и ответы на уточняющие вопросы преподавателя).</p> <p>Рекомендации по организации работы Сначала выполнить минимальный пример (один узел, один топик). Затем постепенно усложнять систему: добавлять параметры, сервисы, действия. При работе с URDF - всегда проверять модель в RViz перед запуском в Gazebo. В Nav2 - тестировать каждый сервер отдельно: Planner, затем Controller. В MoveIt 2 - начинать с одной группы соединений, затем добавлять манипулятор целиком. Вести систематический лог изменений (commit log), фиксируя прогресс проекта.</p> <p>Рекомендованная литература и источники Official ROS 2 Documentation: https://docs.ros.org/en/ Nav2 Docs: https://navigation.ros.org/ MoveIt 2 Tutorials: https://moveit.picknik.ai/ GitHub: примеры пакетов TurtleBot3, MoveIt 2 Demo, Navigation2 Examples.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Цель: Разработка комплексного робототехнического проекта в симуляционной среде Gazebo, включающего мобильную базу с системой навигации (Nav2) и манипулятор с планировщиком движений (MoveIt 2).</p> <p>Организация: Работа ведётся в течение семестра параллельно с лабораторными. Проект выполняется индивидуально или в команде 2-3 человек. Каждый этап фиксируется в отчёте и в системе контроля версий (Git). Обязательно ведётся журнал проектных решений: цели, архитектура, изменения, тесты.</p> <p>Рекомендации по этапам: Планирование: сформулировать задачу, выбрать тип робота и датчики. Моделирование: создать URDF/Xacro-модель, проверить кинематику. Симуляция: интегрировать модель в Gazebo, отладить сенсоры и приводы. Локализация и карта: реализовать SLAM или AMCL для среды. Навигация: настроить Nav2, протестировать планирование и обход препятствий. Манипуляция: разработать конфигурацию MoveIt 2 и проверить IK/FK. Интеграция: объединить навигацию и манипулятор в единую систему. Демонстрация: подготовить презентацию и финальный отчёт.</p> <p>Рекомендации по тайм-менеджменту: Не менее 8-10 ч в неделю на работу над проектом. Каждые две недели - короткий отчёт (прогресс, видео или скриншоты). Последние 3 недели семестра - интеграция и подготовка защиты.</p> <p>Рекомендации по содержанию отчёта: Название проекта и цель. Архитектура ROS 2-системы (схема узлов). URDF/Xacro-модель и структура пакетов. Скриншоты работы Nav2 и MoveIt 2. Список используемых параметров и конфигураций. Заключение о достигнутых результатах.</p>
зачет с оценкой	<p>Цель зачёта: Проверка степени сформированности профессиональных компетенций и умения применять технологии ROS 2 для создания автономных робототехнических систем.</p> <p>Форма зачёта Защита итогового проекта с демонстрацией в симуляторе Gazebo. Ответы на контрольные вопросы по теории ROS 2, URDF, Nav2 и MoveIt 2. Краткий отчёт и презентация (5-10 слайдов).</p> <p>Рекомендации студенту</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проверить стабильность работы системы (без падений узлов и зависаний). 2. Настроить сценарий демонстрации: запуск, движение к целевой точке, выполнение манипуляции. 3. Подготовить визуальные материалы (схемы, графы, rviz-сцены). 4. Подготовить ответы на вопросы по архитектуре проекта. 5. Соблюдать структуру защиты: <ul style="list-style-type: none"> - Введение (цель, задачи). - Архитектура ROS 2-системы. - Демонстрация работы. - Выводы и направления развития проекта.

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 зачётке 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 09.03.04 "Программная инженерия" и профилю подготовки "Современная разработка программного обеспечения".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.07.04 Проектный практикум по робототехнике. Часть 1*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Современная разработка программного обеспечения

Квалификация выпускника: бакалавр

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, 2025. - 223 с. - (Высшее образование). - DOI 10.12737/textbook_58e7460f93d2e6.7688379. - ISBN 978-5-16-018528-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2161359> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Корягин, А. В. Физические эксперименты и опыты с LEGO MINDSTORMS EV3: учебное пособие / Корягин А. В. , Смольянинова Н. М. - Москва : ДМК Пресс, 2020. - 182 с. - ISBN 978-5-97060-867-8. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970608678.html> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа : по подписке.
3. Бромбах Л. Практическая робототехника. C++ и Raspberry Pi: пер. с англ. / Л. Бромбах. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2023. - 448 с. - ISBN 978-5-9775-1200-8. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/389635> (дата обращения: 10.12.2024). - Текст : электронный.

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: 10.12.2024). - Режим доступа : по подписке.
2. 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: 10.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Заботина, Н. Н. Проектирование информационных систем: учебное пособие. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 331 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/2519. - ISBN 978-5-16-004509-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2079166> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.07.04 Проектный практикум по робототехнике. Часть 1

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

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Современная разработка программного обеспечения

Квалификация выпускника: бакалавр

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