



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 00095DD015M1D43C257354C525DDDD03F58
Владелец: РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)
Действителен: с 11.11.2024 по 04.02.2026

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)»

Рабочая программа междисциплинарного курса

МДК.03.02 Программирование робототехнических систем

Специальность	15.02.10 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА (ПО ОТРАСЛЯМ)	
Специализация	Мехатроника и робототехника (по отраслям)	
Год набора:	2026	
Квалификация	специалист по мехатронике и робототехнике	
Форма обучения	очная	
Часов по учебному плану	92	
в том числе:		
аудиторные занятия	72	
самостоятельная работа	16	
часов на контроль	4	
Виды контроля:		
Экзамен - 5 семестр		
Зачет - 4 семестр		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели:

Формирование профессиональных компетенций, позволяющих самостоятельно разрабатывать, отлаживать и внедрять программное обеспечение для управления робототехническими системами различного назначения.

1.2. Задачи:

Формирование знаний о структуре, принципах функционирования и особенностях построения робототехнических систем, а также о роли программного обеспечения в обеспечении их работоспособности, надежности и эффективности;

Овладение навыками разработки и реализации программных модулей для управления элементами робототехнических систем;

Изучение методов программирования микроконтроллеров, микропроцессорных устройств и встроенных систем, применяемых в робототехнике;

Формирование умений проектировать и реализовывать алгоритмы управления движением, навигацией, ориентацией и координацией работы механизмов и подсистем робота;

Освоение принципов построения и применения современных протоколов обмена данными, интерфейсов связи и систем коммуникации между компонентами робототехнических систем;

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, СООТНЕСЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенции	Знать:	Уметь:	Владеть (иметь практический опыт):
ПК 2.1. Выявлять внешние дефекты узлов и агрегатов мехатронных устройств и систем в результате их внешнего осмотра	Методы, средства и алгоритмы технической диагностики и проверки работоспособности компонентов мехатронных систем	Выполнять подготовку, контроль и организацию работ с соблюдением требований безопасности и эффективности	Проведения контроля и диагностики технического состояния компонентов мехатронных систем
ПК 2.2. Проверять соответствие диагностируемых параметров узлов, агрегатов и электронных модулей мехатронных устройств и систем требованиям эксплуатационной документации	Технологии проектирования, эксплуатации, ремонта и программного обеспечения мехатронных систем	Проводить диагностику и оценку технического состояния компонентов мехатронных систем с использованием измерительных приборов, документации и специализированного ПО	Идентификации и замены отработавших ресурс или неисправных компонентов
ПК 2.3. Проводить контроль работоспособности программного обеспечения электронных устройств управления, приводов и датчиков мехатронных устройств и систем	Правила, нормативы и процедуры контроля качества, безопасности и приемки работ при обслуживании мехатронных систем	Осуществлять техническое обслуживание, ремонт и восстановление работоспособности мехатронных систем	Технического обслуживания, обновления и контроля условий эксплуатации
ПК 2.4. Выявлять отработавшие ресурс или вышедшие из строя компоненты мехатронных устройств и систем		Работать с технической и отчетной документацией	Ведения исполнительной и учётной документации
ПК 2.5. Заменять отработавшие ресурс или вышедшие из строя компоненты мехатронных устройств и систем			
ПК 2.6. Проводить контроль корректности работы и обновление программного обеспечения мехатронных устр			

<p>ойств и систем</p> <p>ПК 2.7. Проводить текущее техническое обслуживание узлов и агрегатов мехатронных устройств и систем</p> <p>ПК 3.1. Проводить монтаж и коммутацию датчиков робототехнических средств</p> <p>ПК 3.2. Проводить проверку и установку навесного оборудования на базу робототехнических средств</p> <p>ПК 3.3. Выполнять монтаж и настройку средств измерений и робототехнических устройств и систем</p> <p>ПК 3.4. Проводить синхронизацию навесного оборудования с блоком управления и питания робототехнических средств</p> <p>ПК 3.5. Разрабатывать управляющие программы и контролировать их исполнение робототехнических средств</p> <p>ПК 3.6. Выполнять пуск и наладку средств роботизации</p> <p>ПК 3.7. Проводить обработку данных, полученных с внутренних систем контроля робототехнических средств и навесного оборудования</p> <p>ПК 3.8. Проводить диагностику, техническое обслуживание и устранение мелких неисправностей внешних и внутренних систем робототехнических средств</p>			
--	--	--	--

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4(2.2)		5(3.1)		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16	32	32
Лабораторные	20	20	20	20	40	40
Итого ауд.	36	36	36	36	72	72
Контактная работа	36	36	36	36	72	72
Сам. работа	12	12	4	4	16	16
Итого	50	50	42	42	92	92

3.2. Разделы дисциплины, виды занятий и контроль

Раздел 1. Методология и технологии проектирования программ

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия*	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практической подготовки	
1.1	Введение в программирование робототехнических систем	Понятие РТС, назначение робототехнических комплексов. Основные компоненты: манипулятор, контроллер, сенсорные системы, приводы. Роль программирования в управлении роботами. Обзор типов ПО для РТС: встроенное, симуляционное, управляющее. Введение в CoppeliaSim — возможности 3D-моделирования, тестирования и отладки алгоритмов.	4	Лек	2		опрос
1.2	Основы объектно-ориентированного программирования	Парадигма ООП как основа сложных робототехнических проектов. Классы и объекты на примерах робота (робот как объект с методами движения). Инкапсуляция данных датчиков и приводов. Наследование: семейства роботов (мобильный, манипулятор). Полиморфизм: разные типы поведения обработчиков. Применение ООП в структурировании кода управления РТС.	4	Лек	2		опрос
1.3	Моделирование роботов в CoppeliaSim (V-REP)	Интерфейс среды, компоненты сцены, дерево объектов. Типы моделей: мобильные роботы, манипуляторы, датчики, объекты среды. Работа с физическими движками ODE/Bullet. Настройка коллизий, массы, размеров. Импорт готовых моделей. Принцип реального времени и важность симуляции для безопасности и отладки.	4	Лек	2		опрос
1.4	Скриптовое управление роботами (Lua)	Структура встроенных скриптов: sysCall_init, sysCall_actuation, sysCall_sensing. Управление шарнирами (joint), сервоприводами, колесами. Работа с API: вращение, перемещение, включение/отключение моторов. Создание простых алгоритмов поведения робота: движение по прямой, остановка при препятствии.	4	Лек	2		опрос

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия *	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практическ ой подготовки	
1.5	Моделирование сенсоров робота	Виртуальные датчики: лидар, дальномер, камера. Принцип работы датчиков в симуляторе: генерация изображения, лучей, облаков точек. Получение данных через API. Обработка сенсорной информации: фильтрация, пороговые значения, реакции робота.	4	Лек	2		опрос
1.6	Прямая кинематика манипулятора	Понятие звеньев и сочленений. Матрицы преобразования. DH-параметры. Построение прямой кинематической модели робота: вычисление положения рабочего органа по заданным углам. Графическая демонстрация влияния изменения углов на конечное положение.	4	Лек	2		опрос
1.7	Обратная кинематика и управление конечным эффектом	Понятие желаемой точки в пространстве. Задача нахождения углов сочленений. Методы ИК: аналитические и численные. Использование ИК-модуля CoppeliaSim. Ограничения кинематики: рабочая зона, сингулярности.	4	Лек	2		опрос
1.8	Управление мобильным роботом и навигация	Модели движения: дифференциальный привод, омниколёса. Управление скоростью и направлением движения. Локальные алгоритмы навигации: движение к точке, избегание препятствий, реакции на события. Основы построения траектории в среде.	4	Лек	2		опрос
1.9	Архитектуры ПО для PTC	Структуры программ: модульная, серверная, событийная, клиент-сервер. Примеры архитектур промышленных роботов.	5	Лек	2		опрос
1.10	Продвинутое ООП для роботов	Исключения, интерфейсы, абстрактные классы. Архитектура большого проекта: классы «Robot», «Sensor», «Controller», «Planner».	5	Лек	2		опрос
1.11	Планирование движения (PRM/RRT)	Построение графа, выбор точек, соединение рёбер, создание карты препятствий. Отличие глобальных и локальных планировщиков.	5	Лек	2		опрос
1.12	Динамическое планирование и реактивное управление	Алгоритмы в реальном времени: избегание движущихся объектов, корректировка пути, построение «мгновенной» траектории.	5	Лек	2		опрос

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия*	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практическ ой подготовк и	
1.13	OMPL в CoppeliaSim	Выбор алгоритма OMPL, построение конфигурационного пространства, запуск планировщика. Анализ результатов: длина пути, гладкость, коллизии.	5	Лек	2		опрос
1.14	Клиент–сервер и удалённое управление	Remote API, работа через TCP/UDP, создание управляющего приложения, задержки в сети, обработка ошибок.	5	Лек	2		опрос
1.15	Группы роботов	Обмен данными, общий сервер, согласование действий. Стратегии: распределение ролей, следование лидеру, кооперация.	5	Лек	2		опрос
1.16	Итоговая интеграция	Как проектировать систему: объединение датчиков, планировщика, контроллера в единый модуль. Планирование финального проекта.	5	Лек	2		опрос
1.17	Создание сцены и робота в CoppeliaSim	Работа с интерфейсом: добавление объектов, настройка освещения, импорт робота. Управление камерой, навигация по сцене. Изучение структуры модели робота: звенья, joints, колёса. Создание простой сцены с препятствиями.	4	Лаб	4		отчет по выполнению лабораторной работы
1.18	Управление манипулятором через скрипты	Создание Lua-скрипта для управления суставами. Команды движения joint к заданному углу. Создание последовательности движения (trajectory). Отладка: проверка плавности, проверка границ движения.	4	Лаб	4	4	отчет по выполнению лабораторной работы
1.19	Подключение и использование сенсоров	Добавление камеры/лидара/дальномера. Чтение данных сенсора в реальном времени. Построение простейшего алгоритма: остановка робота при обнаружении объекта, движение к свету, поворот при препятствии.	4	Лаб	4	4	отчет по выполнению лабораторной работы
1.20	Прямая + обратная кинематика в симуляции	Создание кинематической цепочки, настройка ИК-группы. Реализация движения эффектора по точкам. Проверка корректности: визуальная и через вывод координат. Работа с ограничениями сочленений.	4	Лаб	4		отчет по выполнению лабораторной работы

№ п/п	Тема занятия	Краткое содержание	Семестр	Вид занятия*	Количество часов		Форма текущего контроля
					всего	в то числе в форме практическ ой подготовки	
1.21	Управление мобильным роботом	Задание скоростей колес, алгоритм движения по линии/траектории. Реактивное движение: остановка перед объектом. Настройка датчиков для навигации. Создание маршрута: точки → движение по маршруту	4	Лаб	4		отчет по выполнению лабораторной работы
1.22	Планирование пути в OMPL	Создание задачи планирования, выбор алгоритма RRT/PRM, создание препятствий, анализ найденной траектории (успех/ошибка)	5	Лаб	4		отчет по выполнению лабораторной работы
1.23	Реактивное управление мобильным роботом	Реализация алгоритма обхода препятствий в реальном времени. Использование данных датчиков для изменения направления движения.	5	Лаб	4		отчет по выполнению лабораторной работы
1.24	Клиент–серверное управление (Remote API)	Создание внешней программы (Python/C++), подключение к симулятору, отправка команд, чтение данных сенсоров.	5	Лаб	4		отчет по выполнению лабораторной работы
1.25	Координация двух роботов	Создание сцены с двумя роботами, распределение задач, синхронизация движений, передача данных между скриптами.	5	Лаб	4	4	отчет по выполнению лабораторной работы
1.26	Итоговая работа	Создание сложного сценария: робот едет по траектории, реагирует на сенсоры, выполняет задание (например, перемещение объекта).	5	Лаб	4	4	отчет по выполнению лабораторной работы
1.27			4	Ср	4		самоконтроль
1.28			4	Ср	4		самоконтроль
1.29			4	Ср	4		самоконтроль
1.30			5	Ср	4		самоконтроль

* Лек - лекционные занятия; Пр - практические занятия; Лаб - лабораторные занятия; СР - самостоятельная работа; Эк - экзамен; За - зачет; ЗаО - зачет с оценкой

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Рекомендуемая литература

4.2. Перечень информационных технологий

4.2.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

Операционная система Linux

Свободный пакет офисных приложений OpenOffice

4.2.2. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронная информационно-образовательная среда РОСБИОТЕХ. Режим доступа:

Учебный план: 260-150210-ЛИЦЕНЗ.plx

<https://i.cloud.mgupp.ru/>

Система e-learning ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ». Режим доступа: <http://e-learning.mgupp.ru/>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Лань". Режим доступа: <https://e.lanbook.ru/>

Электронная библиотечная система "Znanium". Режим доступа: <https://znanium.ru/>

Электронная библиотечная система "Юрайт". Режим доступа: <https://urait.ru/>

Национальная электронная библиотека. Режим доступа: <https://rusneb.ru/>

4.3. Методические рекомендации к изучению дисциплины

Методические указания для обучающихся при работе над конспектом лекций во время проведения лекции

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. В процессе лекций рекомендуется вести конспект, что позволит впоследствии вспомнить изученный учебный материал, дополнить содержание при самостоятельной работе с литературой, подготовиться к промежуточной аттестации. Следует также обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Любая лекция должна иметь логическое завершение, роль которого выполняет заключение. Выводы по лекции подытоживают размышления преподавателя по учебным вопросам. Формулируются они кратко и лаконично, их целесообразно записывать. В конце лекции, обучающиеся имеют возможность задать вопросы преподавателю по теме лекции.

Методические указания для обучающихся по выполнению практических и лабораторных работ

Практические и лабораторные работы выполняются в соответствии с учебным планом при последовательном изучении разделов (тем) учебной дисциплины.

Прежде чем приступить к выполнению практической работы, обучающемуся необходимо:

- ознакомиться с соответствующими разделами (темами) учебной дисциплины по рекомендованной учебной литературе;
- ознакомиться с порядком проведения занятия, критериях оценки результатов работы;
- ознакомиться с заданием и сроках выполнения, о требованиях к оформлению и форме представления результатов;
- настроить под руководством преподавателя инструментальные средства, необходимые для проведения практической работы (при их наличии).

В ходе выполнения практической (лабораторной) работы необходимо следовать инструкциям, использовать материал лекций, рекомендованной литературы, источников интернета, активно использовать помощь преподавателя на занятии.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся направлена на самостоятельное изучение отдельных тем/вопросов учебной дисциплины. Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося, ее объем по дисциплине определяется учебным планом.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом самостоятельного получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме. Изучая материал по учебной книге (учебнику, учебному пособию, монографии, и др.), следует переходить к следующему вопросу только после полного уяснения предыдущего, фиксируя выводы и вычисления (конспектируя), в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции

даны для самостоятельного вывода. Особое внимание обучающийся должен обратить на определение основных понятий учебной дисциплины. Надо подробно разбирать примеры, которые поясняют определения. Рекомендуется составлять опорные конспекты. Выводы, полученные в результате изучения учебной литературы, рекомендуется в конспекте выделять. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений учебной дисциплины. Вопросы, которые вызывают у обучающегося затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося, ее объем по учебной дисциплине определяется учебным планом.

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (оборудование и технические средства обучения)

Помещение цеха промышленной автоматизации
(помещение, предназначенное для практической подготовки)

Оборудование:

Робототехнический образовательный комплекс "РиМ"

6-осевой коллаборативный робот

Роботизированное транспортное средство

Лаборатория робототехнических систем

(оснащенная оборудованием, техническими средствами обучения для проведения занятий всех видов, предусмотренных образовательной программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, а также для проведения текущего контроля, промежуточной и государственной итоговой аттестации)

Оборудование:

2 Коллаборативных робота с оснасткой

Роботизированная станция паллетирования CS620

Автономный мобильный робот (AMR)

Комплект инструментов (на базе верстаков)

ПО R-Pro "Рациональное производство"

помещение для организации самостоятельной и воспитательной работы

оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.