

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Т.А. Хагуров

2022 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.ДВ.01.01.02 «РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ»**

Направление подготовки 11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины Б1.В.Д.В.01.01.02 «Роботизированные системы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника».

Программу составил:

К.В. Пузановский, преподаватель  
кафедры оптоэлектроники



\_\_\_\_\_

подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 13 апреля 2022 г.  
Заведующий кафедрой оптоэлектроники  
д-р техн. наук, профессор Яковенко И.А.



\_\_\_\_\_

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 8 от 15 апреля 2022 г.  
Председатель УМК ФТФ  
д-р физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.



\_\_\_\_\_

подпись

Рецензенты:

Воеводин Е.М., канд. техн. наук, начальник подразделения надёжности и качества АО «КПЗ «Каскад»

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины.**

### ***1.1 Цель освоения дисциплины.***

Цель освоения дисциплины «Роботизированные системы» заключается в знакомстве обучающихся с общими принципами и методами модельноориентированного проектирования роботизированных систем на примере колесных мобильных роботов с целью развития компетенций обучающихся в области сквозных информационных и информационно-прикладных технологий для решения широкого класса задач промышленной автоматизации и управления в профессиональной области деятельности.

### ***1.2 Задачи дисциплины***

Основными задачами курса является:

- расширение представления студентов о программировании в автоматизации и робототехнике
- знакомство с архитектурой ROS (Robot operation system)
- формирование у студентов определенной суммы знаний, умений по модельно-ориентированному проектированию робототехнических комплексов.

Содержательное наполнение дисциплины обусловлено общими задачами в подготовке бакалавра.

Научной основой для построения программы данной дисциплины является практико-ориентированный подход в обучении.

### ***1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.***

Дисциплина «Роботизированные системы» относится к дисциплинам по выбору цикла блока Б1 учебного плана по направлению «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем».

Изучение дисциплины базируется на таких курсах, как «Управление процессами в вычислительных системах», «Администрирование Linux», «Объектно-ориентированное программирование», «Интерпретируемые языки программирования».

Изучение дисциплины должно предшествовать изучению таких дисциплин общенаучного цикла, вариативной части и дисциплин по выбору как «Системы реального времени».

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Элементы компетенций, формируемые полностью или частично данной дисциплиной:

Компетенция	Знать	Уметь	Владеть
ПК-1 - способность выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	- принципы построения и исследования мат. моделей и процессов в среде ROS/Gazebo; - методики математического моделирования роботизированных систем в среде ROS/Gazebo, Google Collab	использовать математические модели цифровых роботизированных систем на этапе их проектирования / модернизации с целью построения систем управления и определения оптимальных параметров и режимов функционирования в среде ROS/Gazebo, Google Colab	методами (анализ числен компьютерных (симуляционные модели ROS/G Google
ПК-6 - готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	- принципы модельноориентированного проектирования; - методики генерации и имплементации кода модели в конечном устройстве в среде ROS/Gazebo	применять модельноориентированное проектирование к расчету деталей, узлов, устройств радиотехнических (в том числе - роботизированных) систем для улучшения техникоэкономических характеристик конечных изделий	- пакеты програ модельн проект програ инстру и импл модели устрой

ОПК-7 - способность	- современные тенденции	применять знания в области	поняти
учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	модельноориентированного проектирования и прототипирования; - современные подходы к синтезу систем управления динамическисложными роботизированными системами в ROS/Gazebo, Google Colab	проектирования и модернизации роботизированных систем, в том числе при решении смежных задач проектирования радиотехнических систем и комплексов.	методи проект динам роботи ROS, C

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		6			
<b>Контактная работа, в том числе:</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>180</b>	<b>180</b>			
Занятия лекционного типа	34	34	-	-	-
Лабораторные занятия	50	50	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6	-	-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3	-	-	-
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>54</b>	<b>54</b>			

Проработка учебного (теоретического) материала		18	18	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий		18	18	-	-	-
Подготовка и выполнение лабораторных работ		10	10	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		8	8	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		35,7	35,7	-	-	-
Общая трудоемкость	час.	180	180	-	-	-
	в том числе контактная работа	90,3	90,3	-	-	-
	зач. ед	5	5	-	-	-

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Вид промежуточной аттестации: экзамен

### Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре (очная форма)

№	Наименование раздела	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная нагрузка	
			Л	ЛР	СРС	Контроль
1	Математическое моделирование кинематики и динамики колесных мобильных роботов	94	18	24	24	16
2	Техническая реализация мобильных робототехнических систем	94	18	6	6	16
3	Обзор изученного материала и прием зачета	7,7			4	3,7
4	Контроль самостоятельно работы (КСР)	6				

5	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	<i>Итого:</i>	180	36	54	58	39,7

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента, КСР – контролируемая самостоятельная работа студента.

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Математическое моделирование кинематики и динамики колесных мобильных роботов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Пространственные описания;</li> <li>- Кинетические модель колесного робота; -</li> <li>Динамическая модель колесного мобильного робота;</li> <li>- Генерация траекторий;</li> </ul>	собеседование, решение задач
2	Техническая реализация мобильных робототехнических систем	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Роботы и контроллеры;</li> <li>- Сенсорные устройства</li> <li>- Приводы</li> <li>- Управление</li> <li>- Колесные роботы -</li> <li>Современные методы коллективной разработки</li> </ul>	собеседование, решение задач

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

<b>№ занятия</b>	<b>Раздел</b>	<b>Тема лабораторного занятия</b>	<b>Содержание лабораторного занятия</b>	<b>Форма текущего контроля</b>
1	Математическое моделирование кинематики и динамики колесных мобильных роботов	Реализация модели колесного робота в ROS/Gazebo.	Генерация модели управления колесного робота в ROS. Реализация модели робота в URDF формате.	индивидуальное занятие
2	Техническая реализация мобильных робототехнических систем	Перенос модели управления на реальную модель	Подготовка проекта автономного колесного робота	групповое проектное задание

#### ***2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)***

Курсовые работы – не предусмотрены

#### ***2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине***

<b>№</b>	<b>Вид СРС</b>	<b>Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы</b>
1	Решение индивидуальных задач	Стандарты оформления исходного кода программ и современные интегрированные среды разработки программного обеспечения: учеб.-метод. пособие/ Ю. В. Кольцов [и др.]. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2015.- 111с., утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол № 7 от 09 апреля 2015 г..



2	Отчет по лабораторной работе	Стандарты оформления исходного кода программ и современные интегрированные среды разработки программного обеспечения: учеб.-метод. пособие/ Ю.В.Кольцов [и др.]. – Краснодар: Кубанский гос. унт, 2015.- 111с., утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол № 7 от 09 апреля 2015 г
3	Онлайн платформа для работы с ROS/Gazebo	Официальный сайт платформы The Construct. URL: <a href="https://www.theconstructsim.com/">https://www.theconstructsim.com/</a>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии: - Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

- Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии. - Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

- Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются технологии:

- Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

- Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований. На примере Google Scholar, ЭБС Лань.

- Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностноориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

- Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

- Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область. Использование средств коллективной разработки на примере Git и Trelo. - Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

- Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося. Создание технического коллективного проекта и защита проекта.

- Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи. Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

- работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;
- проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;
- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;
- развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество интерактивных часов
6	Л, ЛР	Занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	
6	Л, ЛР	Проектная работа в режиме взаимодействия «студентстудент» с применением платформ Miro, Trelo, GitHub	

6	Л, ЛР	Ведение проектной и презентационной части документации проекта с применением Google office, Zoom, Microsoft Teams, Microsoft office 365	
<b>Итого</b>			

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом, - в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

Каждому студенту дается задание реализовать одну из задач лабораторных занятий. По итогам этой работы проводится собеседование, где обсуждаются достигнутые успехи и особенности реализации. Во время лабораторных занятий рассматриваются решения, которые разбираются в группе коллективно. Оценивается участие студента в этой работе.

### **Пример задач текущего контроля**

#### **Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:**

ПК-1 способность выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ

ПК-6 - готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

ОПК-7 - способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

#### **Формы промежуточного и итогового контроля**

Для промежуточного контроля используется собеседование по итогам выполнения лабораторных задач.

#### **Примерный перечень вопросов**

1. Понятие операционных систем реального времени
2. Эволюция ППО математического моделирования и основные идеи
3. ППО Matlab\Simulink. Основные принципы.
4. ППО ROS\Gazebo. Основные принципы.
5. Пространственные математические модели
6. Кинетическая модель
7. Динамическая модель
8. Принципы генерации траекторий робототехнического комплекса
9. Микроконтроллеры как часть системы реального времени
10. Каналы связи, обеспечивающие условное реально время
11. Системы реального времени
12. Двухзвенная и трехзвенная архитектуры ПО
13. Типы программных обработчиков сенсорных устройств
14. Виды управления приводными системами

15. Виды робототехнических платформ по типу кинематической модели. Танковая, принцип Аккермана, сложные модели управления колесной техникой.
16. Современные методы коллективной разработки.
17. Стандарты представления моделей. URDF, SDF.
18. Методы конвертации моделей из САПР.
19. HIL симуляция в среде ROS/Gazebo

## **5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### ***5.1 Основная литература:***

1. Афонин В. Л., Макушкин В. А. Интеллектуальные робототехнические системы. Курс лекций: учебное пособие. М.: ИНТУИТ.РУ, 2017.
2. Томас Бройнль. Встраиваемые робототехнические системы. М., Ижевск, 2012.
3. Иванов А. А. Основы робототехники: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2019.
4. Юревич Е. И. Основы робототехники: учебное пособие. СПб.: БХВПетербург, 2018.
5. Фантони И., Лозано Р. Нелинейное управления механическими системами с дефицитом управляющих воздействий. М., Ижевск, 2012.
6. Хомченко В. Г. Робототехнические системы: учебное пособие. Омск: ОмГТУ, 2016. URL: <https://synergy-network.ru/wpcontent/uploads/2018/01/rtsoomsk.pdf>
7. Джозеф Л. Изучение робототехники с помощью Python. Москва: ДМК Пресс, 2019.

### ***5.2 Дополнительная литература:***

1. Сафонов, В.О. Основы современных операционных систем : учебное пособие. Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2011. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233210>
2. Киселев М.М., Киселев М.М. Робототехника в примерах и задачах: Курс программирования механизмов и роботов. Москва: СОЛОН-Пресс, 2017.
3. Афонин В. Л., Макушкин В. А. Интеллектуальные робототехнические системы. Курс лекций: учебное пособие. М.: ИНТУИТ.РУ, 2017.

4. Юревич Е. И. Основы робототехники: учебное пособие. СПб.: БХВПетербург, 2018.

### ***5.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)***

1. Робототехника и техническая кибернетика. Научно-технический журнал. URL: <http://www.rusrobotics.ru>
2. Robotforum. Портал, посвященный промышленным роботам. URL: <http://robotforum.ru/>
3. Электронная библиотека «Лань». URL: <https://e.lanbook.com/> 4. Официальный сайт ROS (Robot operation system). URL : <https://www.ros.org/>
5. Официальный сайт OpenCV. URL: <https://opencv.org/> 6. Официальный сайт Google Colaboratory. URL: <https://colab.research.google.com/>

### ***5.4 Периодические издания:***

1. Робототехника и мехатроника
2. Прикладная информатика
3. Программные продукты и системы
4. COMPUTERWORLD РОССИЯ