

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе Нагорная Г.Ю. Нагорная  
«26» 11 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программирование в ROS

Уровень образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) Мехатронные и роботизированные технологические системы и комплексы

Форма обучения очная

Срок освоения ОП 4 года

Институт Инженерный

Кафедра разработчик РПД Мехатронные и робототехнические системы

Выпускающая кафедра Мехатронные и робототехнические системы

Начальник  
учебно-методического управления Семенова Л.У.

Директор института Павленко Е.Н.

Заведующий выпускающей кафедрой Малсугенов Р.С.

Черкесск, 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	3
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	5
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля .....	6
4.2.2. Лекционный курс .....	7
4.2.3. Лабораторный практикум.....	8
4.2.4. Практические занятия.....	9
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	10
5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям.....	10
5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям .....	11
5.3. Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям .....	12
5.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	12
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	13
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	14
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы.....	14
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» .....	14
7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение .....	15
8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий.....	15
8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся .....	15
8.3. Требования к специализированному оборудованию .....	16
9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	17
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	18
ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	18
1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	19
2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины.....	19
3. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины .....	20
4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине .....	21
5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания компетенции.....	30

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Целью освоения дисциплины** «Программирование в ROS» является формирование у обучающихся системы знаний, умений и практических навыков по разработке программного обеспечения для распределенных робототехнических систем на базе современного фреймворка Robot Operating System (ROS 2)

### 1.2. Задачи дисциплины:

- изучение архитектуры и принципов функционирования современных программных фреймворков для управления автономными и промышленными роботами;
- освоение методов взаимодействия между программными узлами (нодами) через механизмы топиков, сервисов и действий в среде ROS 2;
- получение практических навыков настройки среды разработки, конфигурирования и сборки пакетов программного обеспечения роботов;
- изучение методов интеграции аппаратной части (сенсоров, контроллеров) с высокоуровневым ПО в рамках единого робототехнического комплекса;
- освоение инструментов визуализации (Rviz) и симуляции (Gazebo/Webots) для тестирования алгоритмов управления в виртуальной среде.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Дисциплина «Программирование в ROS» (Б1.В.16) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы, имеет тесную связь с другими дисциплинами

2.2. В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП.

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1.	Информатика Программное обеспечение мехатронных устройств и роботов Прикладное программирование и искусственный интеллект Искусственный интеллект в мехатронике и робототехнике	Преддипломная практика

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты освоения образовательной программы (ОП) – компетенции обучающихся определяются требованиями стандарта по направлению подготовки и формируются в соответствии с матрицей компетенций ОП

№ п/п	Номер/ индекс компетенции	Наименование компетенции (или ее части)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:
1	2	3	4
	ПК-2	Способен производить комплексную настройку мехатронных и робототехнических систем, используя программное обеспечение контроллеров и управляющих ЭВМ, их систем управления	<b>ПК-2.1.</b> Выполняет анализ технической документации и функциональных требований к мехатронной или робототехнической системе. <b>ПК-2.2.</b> Определяет состав оборудования, интерфейсы взаимодействия и требования к программно-аппаратной настройке. <b>ПК-2.3.</b> Выполняет подключение контроллеров и управляющих ЭВМ, настройку каналов связи и конфигурацию системы.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

*Очная форма обучения*

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			№ 8 часов
1		2	3
<b>Аудиторная контактная работа (всего)</b>		<b>50</b>	<b>50</b>
В том числе:			
Лекции (Л)		20	20
Лабораторные занятия (ЛЗ)		30	30
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)		-	-
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		<b>2</b>	<b>2</b>
В том числе индивидуальные групповые консультации		2	2
<b>Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего)</b>		<b>65</b>	<b>65</b>
<i>Проработка учебного материала (по конспектам лекций и учебной литературе)</i>		22	22
<i>Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по лабораторным работам</i>		35	35
<i>Подготовка к устному опросу</i>		4	4
<i>Подготовка к тестовому контролю</i>		4	4
<b>Промежуточная аттестация</b>	Экзамен (Э)	Э	Э
	экзамен (Э)	<b>27</b>	<b>27</b>
	<b>в том числе:</b>		
	<b>Прием экз., час.</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
	Консультация, час.	2	2
	СРО, час.	24,5	24,5
<b>ИТОГО:</b> <b>Общая трудоемкость</b>	<b>часов</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

## 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

*Очная форма обучения*

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущей и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	СР О	все го	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	8	Раздел 1. Архитектура и основы функционирования ROS 2	2	4	-	10	16	Устный опрос, защита лабораторных работ
2.	8	Раздел 2. Коммуникационные механизмы и интерфейсы	4	6	-	15	25	Защита лабораторных работ, тестирование
3.	8	Раздел 3. Описание робота, визуализация и моделирование	6	6	-	15	27	Устный опрос, защита лабораторных работ
4.	8	Раздел 4. Системы восприятия, навигации и интеграция программного обеспечения	8	14	-	25	47	Защита лабораторных работ
5.	8	Внеаудиторная контактная работа					2	Индивидуальные и групповые консультации
6.	8	Промежуточная аттестация					27	Экзамен
		<b>ИТОГО:</b>	20	30	-	65	144	

#### 4.2.2. Лекционный курс

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы лекции	Содержание лекции	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Семестр 8</b>				<b>ОФО</b>
1.	Раздел 1. Архитектура и основы функционирования ROS 2	Введение в ROS 2 и установка системы	Понятие middleware в робототехнике. Отличия ROS 1 от ROS 2. Архитектура DDS (Data Distribution Service). Установка на операционную систему Ubuntu. Настройка рабочего окружения и hooks.	<b>2</b>
2.	Раздел 1. Архитектура и основы функционирования ROS 2	Пакетная система и инструменты сборки	Структура пакета ROS 2. Файлы package.xml и setup.py/CMakeLists.txt. Система сборки Colcon. Управление зависимостями через утилиту rosdep.	
3.	Раздел 2. Коммуникационные механизмы и интерфейсы	Граф вычислений: Узлы (Nodes) и Топики (Topics)	Понятие программного узла. Механизм Publisher/Subscriber. Типы сообщений и интерфейсы (.msg). Использование CLI инструментов (ros2 topic, ros2 node).	<b>2</b>
4.	Раздел 2. Коммуникационные механизмы и интерфейсы	Клиент-серверное взаимодействие: Сервисы и Действия (Actions)	Сервисы (Services) и их отличие от топиков. Интерфейсы .srv. Действия (Actions) для длительных задач: цели, обратная связь, результат. Интерфейсы .action.	
5.	Раздел 2. Коммуникационные механизмы и интерфейсы	Параметры и система запуска (Launch)	Динамическая конфигурация узлов через параметры. YAML-файлы. Создание сложных сценариев запуска на языке Python (Launch-файлы).	<b>2</b>
6.	Раздел 3. Описание робота, визуализация и моделирование	Описание систем робота: формат URDF	Синтаксис URDF (Universal Robot Description Format). Описание звеньев (Links) и сочленений (Joints). Использование Xacro макросов для оптимизации описания.	<b>2</b>
7.	Раздел 3. Описание робота, визуализация и моделирование	Система трансформаций координат TF2	Важность систем координат в робототехнике. Дерево трансформаций. Статические (Static) и динамические (Dynamic) трансляторы. Слушатели (Listeners) и интерполяция во времени.	<b>2</b>
8.	Раздел 3. Описание робота, визуализация и моделирование	Инструменты визуализации и симуляции	Использование RViz 2 для визуализации данных. Физические симуляторы (Gazebo, Webots). Плагины для интеграции симулятора с программной средой ROS 2.	<b>2</b>
9.	Раздел 4. Системы	Работа с сенсорами в	Программирование драйверов	<b>2</b>

	восприятия, навигации и интеграция программного обеспечения	среде ROS 2	LiDAR (LaserScan) и камер (Image). Обработка облаков точек (Point Cloud Library - PCL) и основы компьютерного зрения (OpenCV).	
10.	Раздел 4. Системы восприятия, навигации и интеграция программного обеспечения	Локализация и построение карт (SLAM)	Теория одновременной навигации и картографии. Пакеты Cartographer и SLAM Toolbox. Генерация и сохранение электронных карт помещений.	2
11.	Раздел 4. Системы восприятия, навигации и интеграция программного обеспечения	Стек автономной навигации Nav2	Архитектура навигационного стека Nav2. Планировщики пути (Global/Local Planners). Карты стоимости (Costmaps). Жизненный цикл узлов (Lifecycle nodes).	2
12.	Раздел 4. Системы восприятия, навигации и интеграция программного обеспечения	Интеграция с аппаратным обеспечением	Фреймворк ros2_control. Написание интерфейсов оборудования (Hardware Interfaces). Связь с микроконтроллерами через Micro-ROS. Финализация проекта системы управления роботом.	2
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>20</b>

#### 4.2.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Семестр 8</b>				<b>ОФО</b>
1.	Раздел 1. Архитектура и основы функционирования ROS 2	Лабораторная работа №1. Настройка операционной системы и создание первого пакета	Установка ROS 2 Humble/Jazzy. Создание рабочего пространства (Workspace). Создание пакетов на языках Python и C++. Проверка окружения.	2
2.	Раздел 1. Архитектура и основы функционирования ROS 2	Лабораторная работа №2. Реализация обмена данными через топики	Написание программных узлов издателя (Publisher) и подписчика (Subscriber). Отладка через CLI и просмотр графа в утилите rqt_graph.	2
3.	Раздел 2. Коммуникационные механизмы и интерфейсы	Лабораторная работа №3. Разработка сервисов в среде ROS 2	Создание кастомного интерфейса .srv. Реализация сервера и клиента. Обработка синхронных запросов на выполнение математических операций.	2
4.	Раздел 2. Коммуникационные механизмы и интерфейсы	Лабораторная работа №4. Программирование Action-серверов	Создание узла для управления движением. Реализация обратной связи (feedback) о выполнении длительной операции	2

			управления.	
5.	Раздел 2. Коммуникационные механизмы и интерфейсы	Лабораторная работа №5. Работа с параметрами и Launch-файлами	Создание узла с настраиваемыми параметрами. Написание Launch-файла для одновременного запуска нескольких узлов с переопределением имен.	2
6.	Раздел 3. Описание робота, визуализация и моделирование	Лабораторная работа №6. Создание URDF-модели робота	Описание кинематической схемы манипулятора или мобильной платформы. Проверка модели в инструменте <code>joint_state_publisher_gui</code> .	2
7.	Раздел 3. Описание робота, визуализация и моделирование	Лабораторная работа №7. Настройка дерева трансформаций TF2	Создание статических трансформаций для сенсоров. Написание динамического транслятора для отслеживания движения робота в мировых координатах.	2
8.	Раздел 3. Описание робота, визуализация и моделирование	Лабораторная работа №8. Моделирование робота в Gazebo	Интеграция URDF-модели с симулятором. Добавление плагинов дифференциального привода и лазерного дальномера. Управление роботом в симуляции.	2
9.	Раздел 4. Системы восприятия, навигации и интеграция программного обеспечения	Лабораторная работа №9. Обработка данных с сенсоров	Подключение камеры и лазерного лидара в симуляции. Написание узла для фильтрации данных LaserScan и алгоритма обнаружения препятствий.	2
10.	Раздел 4. Системы восприятия, навигации и интеграция программного обеспечения	Лабораторная работа №10. Картография и SLAM	Запуск пакета картографии. Дистанционное управление мобильным роботом для построения карты помещения. Сохранение карты в форматах <code>.yaml</code> и <code>.pgm</code> .	4
11.	Раздел 4. Системы восприятия, навигации и интеграция программного обеспечения	Лабораторная работа №11. Автономная навигация в Nav2	Конфигурация Nav2 для созданной карты. Настройка локализации (AMCL). Отправка целевых точек (Goals) и автоматическое планирование маршрута.	4
12.	Раздел 4. Системы восприятия, навигации и интеграция программного обеспечения	Лабораторная работа №12. Финальный проект: Интеграция систем управления	Сборка всех компонентов: запуск симуляции, навигации и узла принятия решений для выполнения комплексной задачи патрулирования.	4
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>30</b>

#### 4.2.4. Практические занятия

(В соответствии с учебным планом практические занятия не предусмотрены)

### 4.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	№ п/п	Виды СРО	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Семестр 8</b>				<b>ОФО</b>
1.	Раздел 1. Основы программирования на Python для инженерных задач и ООП	1.1.	Проработка учебного материала (по конспектам лекций и учебной литературе)	2
		1.2.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по лабораторным работам	6
		1.3.	Подготовка к устному опросу	2
2.	Раздел 2. Математическое моделирование, анализ и визуализация данных	2.1.	Проработка учебного материала (по конспектам лекций и учебной литературе)	5
		2.2.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по лабораторным работам	6
		2.3.	Подготовка к тестовому контролю	4
3.	Раздел 3. Основы искусственного интеллекта, машинное обучение и нейронные сети	3.1.	Проработка учебного материала (по конспектам лекций и учебной литературе)	5
		3.2.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по лабораторным работам	8
		3.3.	Подготовка к устному опросу	2
4.	Раздел 4. Компьютерное зрение и интеграция ИИ в мехатронные системы	4.1.	Проработка учебного материала (по конспектам лекций и учебной литературе)	10
		4.2.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по лабораторным работам	15
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>65</b>

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям

Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины, с ее целями и задачами, связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками, имеющимися на сайте вуза и в библиотечно-издательском центре, с графиком консультаций преподавателя.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Необходимо приходить на лекцию подготовленным, ведь только в этом случае преподаватель может вести лекцию в интерактивном режиме, что способствует повышению эффективности лекционных занятий. Именно поэтому обучающимся необходимо:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что

позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;

- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, присланный лектором на «электронный почтовый ящик группы» (таблицы, графики, схемы), который будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции, воспроизвести основные определения, отметить непонятные термины и положения, подготовить вопросы с целью уточнения правильности понимания, попытаться ответить на контрольные вопросы по ключевым пунктам содержания лекции;

- в ходе лекционных занятий вести конспект, в котором фиксируются основные определения, алгоритмы, схемы и ключевые команды. Рекомендуется обращать особое внимание на терминологию, используемую в Robot Operating System (узлы, топики, сервисы, DDS), и записывать примеры кода или конфигурационных файлов, приводимых преподавателем.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, необходимо обратиться к преподавателю (по графику его консультаций или на практических занятиях, или написать на адрес электронной почты).

Вузовская лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель – рассмотрение теоретических вопросов излагаемой дисциплины в логически выдержанной форме; формирование ориентировочной основы для последующего усвоения обучающимися учебного материала. В состав лекционного курса по дисциплине «Компьютерный инжиниринг и прототипирование» включены: конспекты (тексты, схемы) лекций в электронном представлении; файл с раздаточным материалом; списки учебной литературы, рекомендуемой обучающимся в качестве основной и дополнительной по темам лекций.

Общий структурный каркас, применимый ко всем лекциям дисциплины, включает в себя сообщение плана лекции и строгое следование ему. В план включены наименования основных узловых вопросов лекций, которые положены в основу промежуточного контроля; связь нового материала с содержанием предыдущей лекции, определение его места и назначения в дисциплине, а также в системе с другими дисциплинами и курсами; подведение выводов по каждому вопросу и по итогам всей лекции.

## **5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям**

Лабораторные работы по дисциплине направлены на приобретение практических навыков программирования робототехнических систем в среде ROS 2. При подготовке к лабораторному занятию обучающемуся необходимо:

- Изучить теоретический материал по теме работы, используя конспекты лекций и рекомендованную литературу.
- Ознакомиться с порядком выполнения работы и требованиями к результату.
- Повторить основные команды Linux терминала и синтаксис языков программирования (Python/C++), необходимых для реализации узлов ROS.
- В случае работы с симуляторами (Gazebo, Webots), предварительно изучить принципы построения URDF-моделей.

В процессе выполнения лабораторной работы обучающийся должен самостоятельно реализовать программный код, провести отладку системы с использованием инструментов визуализации (RViz 2, rqt) и зафиксировать результаты в отчете. Защита лабораторной работы включает демонстрацию работающего кода (или симуляции) и ответы на контрольные вопросы преподавателя.

### **5.3. Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям**

*Не предусмотрены*

### **5.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся (СРО) является важным компонентом образовательного процесса. Основными видами СРО по данной дисциплине являются:

- Работа с основной и дополнительной литературой, поиск информации в электронных библиотечных системах и официальной документации ROS 2 ([docs.ros.org](https://docs.ros.org)).
- Изучение современных тенденций в области программного обеспечения для робототехники и стандартов распределенных систем.
- Подготовка к выполнению лабораторных работ, написание и отладка программного кода узлов системы, а также оформление отчетов по результатам проведенных исследований.
- Подготовка к текущему контролю (устным опросам, тестированию) и к защите лабораторных работ.
- Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену).

Самостоятельная работа должна проводиться планомерно в течение всего семестра. Для эффективного освоения дисциплины обучающемуся рекомендуется использовать специализированное программное обеспечение, доступное в компьютерных классах академии или установленное на личных ПК (ОС Ubuntu Linux, ROS 2, VS Code).

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	№ семестра	Виды учебной работы	Образовательные технологии	Всего часов
				ОФО
1	2	3	4	5
1.	8	Лекция «Введение в ROS 2 и установка системы»	Лекция-визуализация (демонстрация процесса развертывания среды), ИКТ	2
2.	8	Лекция «Граф вычислений: Узлы (Nodes) и Топики (Topics)»	Проблемная лекция (проектирование архитектуры обмена данными), ИКТ	2
3.	8	Лекция «Параметры и система запуска (Launch)»	Интерактивная лекция с использованием мультимедийных технологий	2
4.	8	Лекция «Система трансформаций координат TF2»	Лекция-визуализация (демонстрация визуализации систем координат в RViz 2)	2
5.	8	Лекция «Инструменты визуализации и симуляции»	Проблемное обучение (анализ физики взаимодействия объектов в симуляторе)	2
6.	8	Лекция «Локализация и построение карт (SLAM)»	Интерактивная лекция, разбор алгоритмов картографии на примерах	2
7.	8	Лекция «Интеграция с аппаратным обеспечением»	Case-study (разбор примеров промышленного применения ROS-систем)	2
8.	8	Лабораторная работа №2. Реализация обмена данными через топики	Работа на ПК, решение профессионально-ориентированных задач	2
9.	8	Лабораторная работа №5. Работа с параметрами и Launch-файлами	Метод проектов, имитационное моделирование	2
10.	8	Лабораторная работа №8. Моделирование робота в Gazebo	Информационно-коммуникационные технологии, работа в симуляторе	2
11.	8	Лабораторная работа №10. Картография и SLAM	Работа в малых группах, командное выполнение инженерных задач	2
12.	8	Лабораторная работа №12. Финальный проект: Интеграция систем управления	IT-технологии, проектный метод обучения	2

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

<b>Список основной литературы</b>	
1.	Джозеф, Л. Изучение робототехники с помощью Python / Л. Джозеф ; перевод А. В. Корягин. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 250 с. — ISBN 978-5-97060-749-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/124552.html">https://www.iprbookshop.ru/124552.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2.	Гончарук, С. В. Администрирование ОС Linux : учебное пособие / С. В. Гончарук. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 163 с. — ISBN 978-5-4497-2432-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/133916.html">https://www.iprbookshop.ru/133916.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3.	Шустров, А. С. Основы прикладного программирования на языке Python : учебное пособие / А. С. Шустров. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2026. — 91 с. — ISBN 978-5-4497-4770-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/154932.html">https://www.iprbookshop.ru/154932.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей
<b>Список дополнительной литературы</b>	
1.	Абдрахманов, М. И. Язык программирования Python : учебное пособие / М. И. Абдрахманов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 171 с. — ISBN 978-5-4497-2251-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/132570.html">https://www.iprbookshop.ru/132570.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2.	Горбаченко, В. И. Машинное обучение: настраиваем ПО, готовим данные, анализируем : практическое пособие / В. И. Горбаченко, К. Е. Савенков, М. А. Малахов. — Москва, Алматы : Ай Пи Ар Медиа, EDP Hub, 2024. — 248 с. — ISBN 978-5-4497-2314-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/133452.html">https://www.iprbookshop.ru/133452.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3.	Елисеев, А. И. Основы администрирования и системного программирования в операционной системе Linux. В 2 частях. Ч. I : учебное пособие / А. И. Елисеев, А. В. Яковлев, А. С. Дерябин. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 80 с. — ISBN 978-5-8265-2248-6 (ч.1), 978-5-8265-2247-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/115729.html">https://www.iprbookshop.ru/115729.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- <https://docs.ros.org> - Официальный сайт документации ROS 2 (Robot Operating System 2)
- <https://moveit.ros.org> - Проект MoveIt (фреймворк для манипуляторов в ROS)
- <https://navigation.ros.org> - Навигационный стек Nav2.
- <https://github.com/ros2/tutorials> - GitHub-репозиторий ROS 2 Tutorials
- <http://window.edu.ru> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам;
- <http://fcior.edu.ru> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

### 7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение

Лицензионное программное обеспечение	Реквизиты лицензий/ договоров
MS Office 2003, 2007, 2010, 2013	Сведения об Open Office: 63143487, 63321452, 64026734, 6416302, 64344172, 64394739, 64468661, 64489816, 64537893, 64563149, 64990070, 65615073 Лицензия бессрочная
Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite	Лицензионный договор № 621 Срок действия: с 25.09.2025 до 24.09.2026
Консультант Плюс	Договор № 7 от 15.01.2026 г.
Цифровой образовательный ресурс IPR SMART	Лицензионный договор № 12873/25П от 02.07.2025 г. Срок действия: с 01.07.2025 г. до 30.06.2026 г.
Бесплатное ПО	
Sumatra PDF, 7-Zip	
Операционная система Ubuntu Linux 22.04 LTS (свободное ПО (GNU GPL))	
Среда Robot Operating System (ROS 2 Humble) – (свободное ПО (Apache License 2.0))	
Симулятор Gazebo – (свободное ПО (Apache License 2.0))	
Интегрированная среда разработки Visual Studio Code (свободное ПО).	

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий

#### 1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (ауд.320)

Набор демонстрационного оборудования: интерактивная система Smart Board 480, ноутбук - 1 шт., компьютер в сборе - 1 шт., МФУ – 1 шт., плоттер - 1 шт.

Специализированная мебель: доска ученическая – 1 шт., стол офисный – 2 шт., стол – 1 шт., стол компьютерный - 2 шт., стол ученический - 14 шт., стул мягкий – 4 шт., стул ученический- 28 шт., стол металлический – 3 шт., стол лабораторный – 1 шт., шкаф – 1 шт., кафедра – 1 шт., стеллажи – 3 шт., шкаф вытяжной

#### 2. Лаборатория информационных технологий (ауд.317)

Лабораторное оборудование: системный блок – 11 шт., монитор - 11 шт., клавиатура – 11 шт., мышь проводная – 11 шт.

Специализированная мебель: стол компьютерный - 10 шт., стул мягкий – 10 шт., стол компьютерный угловой - 1 шт., офисное кресло – 1 шт., книжный шкаф – 1 шт.

#### 3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся (ауд.312)

Специализированная мебель: столы компьютерные – 13 шт., стулья ученические – 25 шт., столы ученические – 6 шт., стол двухтумбовый – 1 шт., стол однотумбовый – 1 шт. Персональные компьютеры с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно - образовательную среду Организации - 13 шт.

### 8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся

1. Рабочее место преподавателя, оснащенное ноутбуком.

2. Рабочее место обучающегося, оснащенное компьютером с доступом к сети «Интернет», для работы в электронных образовательных средах, а также для работы с электронными учебниками.

### **8.3. Требования к специализированному оборудованию**

Выделенные стоянки автотранспортных средств для инвалидов; достаточная ширина дверных проемов в стенах, лестничных маршей, площадок

## **9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Для обеспечения образования инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается (в случае необходимости) адаптированная образовательная программа, индивидуальный учебный план с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, в частности применяется индивидуальный подход к освоению дисциплины, индивидуальные задания: рефераты, письменные работы и, наоборот, только устные ответы и диалоги, индивидуальные консультации, использование диктофона и других записывающих средств для воспроизведения лекционного и семинарского материала.

В целях обеспечения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья комплектуется фонд основной учебной литературой, адаптированной к ограничению электронных образовательных ресурсов, доступ к которым организован в БИЦ Академии. В библиотеке проводятся индивидуальные консультации для данной категории пользователей, оказывается помощь в регистрации и использовании сетевых и локальных электронных образовательных ресурсов, предоставляются места в читальном зале.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Программирование в ROS**

**1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**Программирование в ROS**

**1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины**

Индекс	Формулировка компетенции
ПК-2	Способен производить комплексную настройку мехатронных и робототехнических систем, используя программное обеспечение контроллеров и управляющих ЭВМ, их систем управления

**2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины**

Основными этапами формирования указанной компетенции при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися.

Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

Разделы (темы) дисциплины	Формируемые компетенции (коды)
	ПК-2
Раздел 1. Архитектура и основы функционирования ROS 2	+
Раздел 2. Коммуникационные механизмы и интерфейсы	+
Раздел 3. Описание робота, визуализация и моделирование	+
Раздел 4. Системы восприятия, навигации и интеграция программного обеспечения	+

### 3. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Индикаторы достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Средства оценивания результатов обучения	
	неудовлетв	удовлетв	хорошо	отлично	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
<b>ПК-2 Способен производить комплексную настройку мехатронных и робототехнических систем, используя программное обеспечение контроллеров и управляющих ЭВМ, их систем управления</b>						
ПК-2.1. Выполняет анализ технической документации и функциональных требований к мехатронной или робототехнической системе	Не умеет сопоставлять требования к роботу с возможностями ROS.	Анализирует требования частично, допуская ошибки в выборе интерфейсов.	Успешно анализирует требования и обосновывает выбор программных модулей.	Проводит комплексный анализ требований и проектирует оптимальную архитектуру системы.	Устный опрос	Экзамен
ПК-2.2. Определяет состав оборудования, интерфейсы взаимодействия и требования к программно-аппаратной настройке	Затрудняется в выборе интерфейсов взаимодействия (Ethernet/Serial).	Выбирает интерфейсы правильно, но ошибается в параметрах настройки связи.	Верно определяет состав оборудования и требования к программно-аппаратной настройке.	Обеспечивает полную совместимость оборудования и высокоуровневого ПО системы.	Защита ЛР, Тестирование	
ПК-2.3. Выполняет подключение контроллеров и управляющих ЭВМ, настройку каналов связи и конфигурацию системы	Не может настроить связь между управляющей ЭВМ и контроллером.	Настраивает связь со значительными перебоями в обмене данными.	Уверенно настраивает каналы связи и обеспечивает стабильный обмен сообщениями.	Демонстрирует мастерство в комплексной настройке распределенной системы управления.	Защита ЛР	

#### 4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

**Кафедра «Мехатронные и робототехнические системы»**

#### Перечень вопросов для экзамена

1. Понятие middleware в робототехнике. Назначение и история развития Robot Operating System.
2. Основные отличия архитектуры ROS 2 от ROS 1.
3. Роль стандарта DDS (Data Distribution Service) в обеспечении обмена данными в ROS 2.
4. Структура рабочего пространства (Workspace) и пакета (Package) в ROS 2.
5. Назначение файлов package.xml и setup.py (или CMakeLists.txt) в структуре пакета.
6. Система сборки Colcon: основные команды и принципы работы.
7. Концепция графа вычислений. Программные узлы (Nodes) и их жизненный цикл.
8. Механизм взаимодействия «Издатель — Подписчик» (Publisher — Subscriber) через топики.
9. Интерфейсы сообщений (.msg): структура, стандартные типы и создание пользовательских сообщений.
10. Клиент-серверное взаимодействие: механизмы и применение сервисов (Services).
11. Интерфейсы сервисов (.srv): описание запроса и ответа.
12. Действия (Actions) в ROS 2: структура (цель, обратная связь, результат) и отличия от сервисов.
13. Система параметров в ROS 2: назначение, работа с YAML-файлами.
14. Использование CLI-инструментов для отладки (ros2 node, ros2 topic, ros2 service, ros2 param).
15. Назначение и структура Launch-файлов на языке Python.
16. Переопределение имен (Remapping) и передача аргументов в Launch-файлах.
17. Описание роботов в формате URDF: основные теги (link, joint, visual, collision, inertial).
18. Использование макросов Xacro для оптимизации описания сложных кинематических схем.
19. Система трансформаций координат TF2: дерево трансформаций, статические и динамические трансляторы.
20. Инструмент визуализации RViz 2: основные возможности и типы отображаемых данных.
21. Физическое моделирование в Gazebo: интеграция URDF-моделей и использование плагинов.
22. Особенности работы с сенсорами в ROS 2: обработка данных лазерных дальномеров (LaserScan).
23. Работа с видеоданными и основы интеграции OpenCV в узлы ROS 2.
24. Концепция SLAM (одновременная навигация и картография) в среде ROS 2.
25. Построение и сохранение электронных карт помещений с использованием SLAM Toolbox.
26. Архитектура навигационного стека Nav2: планировщики пути и карты стоимости (Costmaps).
27. Жизненный цикл узлов (Managed/Lifecycle Nodes) в контексте Nav2.
28. Локализация робота на карте: использование фильтра частиц и пакета AMCL.
29. Фреймворк ros2\_control: архитектура и взаимодействие с аппаратной частью.

30. Использование Micro-ROS для интеграции микроконтроллеров в общую сеть ROS 2. Добавленные вопросы:
31. Профили качества обслуживания (QoS) в ROS 2: надежность (Reliability), долговечность (Durability), история (History).
32. Запись и воспроизведение данных с помощью rosbag2: назначение и сценарии использования.
33. Работа с облаками точек (Point Clouds) в ROS 2: форматы данных и базовая обработка.
34. Использование Behavior Trees (деревьев поведения) в Nav2 для управления логикой робота.
35. Распределенные системы в ROS 2: настройка взаимодействия нескольких компьютеров в одной сети.
36. Инструменты графической отладки: rqt\_graph, rqt\_plot, rqt\_console.
37. Создание и использование пользовательских библиотек (Plugins) в ROS 2.
38. Основы безопасности в ROS 2: концепция SROS2 и шифрование трафика.
39. Управление зависимостями в проекте с помощью утилиты rosdep.
40. Тестирование программных модулей в ROS 2: использование pytest и launch\_testing.

# Образец экзаменационного билета для промежуточной аттестации

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра «Мехатронные и робототехнические системы»

20\_\_ - 20\_\_ учебный год

## Экзаменационный билет № 1

по дисциплине «Программирование в ROS»

для обучающихся направления подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

1. Основные концепции ROS 2: узлы, топики, сообщения. Опишите механизм обмена данными «Издатель — Подписчик».
2. Система трансформаций координат TF2: назначение, структура дерева трансформаций и роль в задачах навигации роботов.
3. Практическое задание: Опишите структуру файла `package.xml` для пакета на языке Python, включающего зависимости от `rclpy` и `std_msgs`.

Зав. Кафедрой

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
Кафедра «Мехатронные и робототехнические системы»

Перечень вопросов для устного опроса

**Раздел 1. Архитектура и основы функционирования ROS 2**

1. Что такое Middleware и какую роль оно играет в современных робототехнических системах?
2. Назовите ключевые компоненты архитектуры ROS 2.
3. В чем заключаются основные преимущества перехода с ROS 1 на ROS 2?
4. Какова роль системы сборки `colcon` и чем она отличается от `catkin`?
5. Расскажите о назначении файла `package.xml`. Какие обязательные теги он содержит?
6. Что такое «узел» (node) в понимании ROS 2 и как он взаимодействует с операционной системой?
7. Каким образом осуществляется настройка переменных окружения (environment variables) для работы с ROS 2?
8. Какие задачи решает утилита `rosdep` в процессе разработки?
9. Что такое «граф вычислений» и какие элементы в него входят?
10. Поясните структуру рабочего пространства (workspace) и назначение папок `src`, `build`, `install`, `log`.

**Раздел 3. Описание робота, визуализация и моделирование**

1. Для каких целей используется формат описания роботов URDF?
2. Перечислите основные элементы тега `<link>` и `<joint>` в URDF-файле.
3. В чем преимущество использования макроязыка Xacro по сравнению с чистым URDF?
4. Поясните назначение системы трансформаций координат TF2. Что такое «дерево трансформаций»?
5. Чем отличаются статические (static) и динамические (dynamic) трансляторы в системе TF2?
6. Назовите основные возможности инструмента RViz 2. Какие типы данных (Displays) можно визуализировать?
7. Как осуществляется интеграция URDF-модели с физическим симулятором Gazebo?
8. Что такое плагины (Plugins) в Gazebo и зачем они нужны для связи с ROS 2?
9. Какие типы соединений (joints) поддерживаются в URDF (fixed, revolute, continuous и др.) и чем они отличаются?
10. Как проверить корректность дерева трансформаций в терминале и с помощью графических средств?

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
**Кафедра «Мехатронные и робототехнические системы»**

Задания для текущего тестового контроля

**А. Задания закрытого типа (с выбором одного верного ответа):**

1. **Что является основным назначением Robot Operating System (ROS 2)?**
  - а) Разработка драйверов только для ОС Windows.
  - б) **Обеспечение взаимодействия между распределенными компонентами робототехнической системы.**
  - в) Замена операционной системы Linux.
  - г) Проектирование механических узлов робота.
  
2. **Какая технология лежит в основе обмена сообщениями в ROS 2 для обеспечения надежности и реального времени?**
  - а) HTTP/2.
  - б) FTP.
  - в) **DDS (Data Distribution Service).**
  - г) Telnet.
  
3. **Какая команда используется для создания нового пакета в ROS 2 с использованием системы сборки colcon?**
  - а) `ros2 create package`
  - б) `ros2 build package`
  - в) **`ros2 pkg create`**
  - г) `mkdir package`
  
4. **В каком файле прописываются зависимости пакета и информация об авторе?**
  - а) `setup.py`
  - б) **`package.xml`**
  - в) `CMakeLists.txt`
  - г) `README.md`
  
5. **Что произойдет, если в системе запустить два узла (Nodes) с одинаковыми именами?**
  - а) Произойдет сбой всей системы.
  - б) Узлы объединятся в один.
  - в) **Один из узлов будет автоматически переименован или остановлен (в зависимости от настроек).**
  - г) Система проигнорирует конфликт.
  
6. **Какой механизм связи работает по принципу «один ко многим» и не требует подтверждения доставки?**
  - а) Сервис (Service).
  - б) **Топик (Topic).**
  - в) Действие (Action).
  - г) Параметр (Parameter).
  
7. **Для чего используется утилита `rosdep`?**
  - а) Для компиляции кода.
  - б) **Для автоматической установки системных зависимостей пакетов.**
  - в) Для визуализации графа узлов.

- г) Для прошивки микроконтроллеров.
8. **Какая команда позволяет увидеть список всех активных узлов в текущей сессии ROS?**
- а) `ros2 node list`
  - б) `ros2 info nodes`
  - в) `ros2 topic nodes`
  - г) `nodes -all`
9. **Чем Действие (Action) принципиально отличается от Сервиса (Service)?**
- а) Действие быстрее.
  - б) Действие позволяет получать промежуточную обратную связь (feedback).
  - в) Сервис может работать только на одном компьютере.
  - г) Ничем не отличается.
10. **Какой формат файлов используется для описания кинематической схемы робота в ROS?**
- а) YAML.
  - б) JSON.
  - в) **URDF (XML).**
  - г) STL.
11. **Что такое TF2 в контексте ROS 2?**
- а) Протокол передачи видео.
  - б) Система отслеживания координат и трансформаций между звеньями робота.
  - в) Формат хранения баз данных.
  - г) Тип исполнительного привода.
12. **Инструмент RViz 2 предназначен для:**
- а) Физического моделирования гравитации.
  - б) Написания программного кода.
  - в) **Визуализации данных с сенсоров и состояния робота.**
  - г) Управления финансами проекта.
13. **Какой из указанных симуляторов является стандартным для тестирования алгоритмов ROS?**
- а) Blender.
  - б) **Gazebo.**
  - в) AutoCAD.
  - г) Photoshop.
14. **Какой тип сообщения используется для передачи данных с лазерного дальномера (лидара)?**
- а) `std_msgs/String`
  - б) **`sensor_msgs/LaserScan`**
  - в) `geometry_msgs/Point`
  - г) `nav_msgs/Odometry`
15. **Что такое SLAM в мобильной робототехнике?**
- а) Система экстренного торможения.
  - б) **Одновременная навигация и построение карты.**

- в) Протокол беспроводной связи.
  - г) Метод зарядки аккумулятора.
16. **За что отвечает компонент Nav2 (Navigation 2) в стеке ROS 2?**
- а) За сборку пакетов.
  - б) **За планирование пути и автономное движение робота.**
  - в) За описание внешнего вида робота.
  - г) За мониторинг температуры процессора.
17. **Как называется механизм динамической настройки узла без его перезагрузки?**
- а) Свойства (Properties).
  - б) Константы (Constants).
  - в) **Параметры (Parameters).**
  - г) Переменные окружения.
18. **Какой язык программирования НЕ поддерживается официально через клиентские библиотеки ROS 2?**
- а) Python.
  - б) C++.
  - в) **Fortran.**
  - г) Java (через сторонние реализации).
19. **Для запуска нескольких узлов одной командой используются:**
- а) скрипты .sh. б) **Launch-файлы (.py).** в) текстовые файлы .txt. г) бинарные файлы.
20. **Что описывает тег <joint> в файле URDF?**
- а) Внешний вид детали.
  - б) **Способ соединения и тип движения между двумя звеньями.**
  - в) Массу робота.
  - г) Название программного пакета.
21. **Какой профиль QoS (Quality of Service) следует выбрать для критически важных команд управления?**
- а) Best Effort.
  - б) **Reliable.**
  - в) Volatile.
  - г) Transient Local.
22. **Утилита rosbag2 используется для:**
- а) Сжатия изображений.
  - б) **Записи и последующего воспроизведения потоков данных (сообщений).**
  - в) Очистки оперативной памяти.
  - г) Проверки синтаксиса Python.
23. **Как называется основная единица программного обеспечения в ROS, выполняющая вычисления?**
- а) Пакет.
  - б) **Узел (Node).**
  - в) Топик.
  - г) Функция.

24. Какой инструмент позволяет графически отобразить дерево трансформаций систем координат?
- а) `view_frames` (из пакета `tf2_tools`).
  - б) `rqt_plot`.
  - в) `rviz2`.
  - г) `ls -la`.
25. Для чего в навигации Nav2 используются «карты стоимости» (Costmaps)?
- а) Для расчета стоимости компонентов робота.
  - б) Для определения зон, в которых движение робота запрещено или затруднено.
  - в) Для хранения текстур пола.
  - г) Для управления скоростью двигателей.
26. Какая операционная система является основной для разработки под ROS 2?
- а) Windows 10.
  - б) macOS.
  - в) **Ubuntu Linux**.
  - г) Android.
27. Что такое "Workspace" в ROS 2?
- а) Рабочий стол пользователя.
  - б) **Специально организованная папка для разработки и сборки пакетов.**
  - в) Облачное хранилище кода.
  - г) Окно текстового редактора.
28. Какая команда используется для сборки всех пакетов в рабочем пространстве?
- а) `make all`
  - б) `cmake ..`
  - в) `colcon build`
  - г) `ros2 build`
29. Что такое DDS Domain ID?
- а) Имя пользователя в системе.
  - б) **Числовой идентификатор, позволяющий изолировать группы роботов в одной сети.**
  - в) Адрес сайта разработчиков.
  - г) Код ошибки компиляции.
30. Инструмент `rqt_graph` предназначен для:
- а) Построения графиков напряжения.
  - б) **Визуализации графа взаимодействия узлов и топиков.**
  - в) Моделирования 3D-объектов.
  - г) Проверки скорости интернета.

**Б. Задания открытого типа (без вариантов ответа):**

31. Напишите название формата файлов, используемых для создания макросов в описании роботов URDF. (Ответ: **Xacro**)
32. Как называется механизм связи в ROS 2, работающий по принципу «Запрос-Ответ»? (Ответ: **Сервис / Service**)

33. Перечислите три обязательных части, из которых состоит описание действия в файле `.action`. (Ответ: **Цель, Результат, Обратная связь / Goal, Result, Feedback**)
34. Какая утилита используется в ROS 2 для управления зависимостями пакетов на уровне операционной системы? (Ответ: **rosdep**)
35. Напишите команду (CLI), которая позволяет вывести содержимое сообщений конкретного топика в реальном времени. (Ответ: **ros2 topic echo**)
36. Как называется программный узел, который обладает четко определенными состояниями (Unconfigured, Inactive, Active) и переходами между ними? (Ответ: **Жизненный цикл узла / Lifecycle node**)
37. Назовите технологию, позволяющую объединять несколько Launch-файлов в один сложный сценарий запуска. (Ответ: **Включение / Include**)
38. Какую роль в системе навигации Nav2 играет «Глобальный планировщик» (Global Planner)? (Ответ: **Построение оптимального пути от текущей точки до цели по всей карте**)
39. Как называется инструмент для просмотра логов и отладочных сообщений в графическом интерфейсе? (Ответ: **rqt\_console**)
40. Какая библиотека используется в ROS 2 для реализации узлов на языке Python? (Ответ: **rclpy**)
41. Дайте определение понятию Middleware применительно к ROS. (Ответ: **Промежуточное программное обеспечение, связывающее ОС и прикладные программы**)
42. Что такое «Одометрия» в задачах мобильной робототехники? (Ответ: **Данные о перемещении робота, полученные по датчикам движения, например, энкодерам колес**)
43. Напишите расширение файлов, в которых обычно хранятся параметры узлов ROS 2. (Ответ: **.yaml**)
44. Какая подсистема в ROS 2 отвечает за интеграцию высокоуровневого ПО с аппаратными контроллерами двигателей? (Ответ: **ros2\_control**)
45. Зачем нужен файл `setup.py` в ROS-пакете на языке Python? (Ответ: **Для определения скриптов запуска и конфигурации установки пакета**)
46. В чем заключается функция «статического транслятора» в системе TF2? (Ответ: **Передача неизменных во времени трансформаций между звеньями, например, от базы робота к жестко закрепленной камере**)
47. Какой пакет в ROS 2 чаще всего используется для решения задач SLAM в помещениях? (Ответ: **SLAM Toolbox / Cartographer**)
48. Что означает аббревиатура DDS, лежащая в основе ROS 2? (Ответ: **Data Distribution Service**)
49. Какой инструмент визуализации позволяет увидеть 3D-модель робота и облако точек с лидара одновременно? (Ответ: **RViz 2**)
50. Как называется процесс изменения имени топика или узла без редактирования исходного кода (при запуске)? (Ответ: **Ремаппинг / Remapping**)

## 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания компетенции

№ п.п.	Оценочное средство	Процедура оценивания (методические рекомендации)
1.	Устный опрос	является традиционной формой контроля, позволяющей оценить знание теоретического материала, уровень владения терминологией, умение логически выстраивать ответ и аргументировать свою позицию. Проводится в ходе аудиторных занятий в форме ответов на контрольные вопросы преподавателя. Оценка выставляется на основе полноты и правильности ответа, а также способности обучающегося к ведению диалога по теме
2.	Тестовые задания	являются простейшей формой контроля, направленная на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест состоит из небольшого количества элементарных задач; может предоставлять возможность выбора из перечня ответов; занимает часть учебного занятия (10–30 минут); правильные решения разбираются на том же или следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем
3.	Экзамен	является формой промежуточного контроля по дисциплине, направленной на комплексную оценку знаний, умений и навыков, полученных обучающимся в ходе всего периода обучения по данной дисциплине. Предполагает проверку уровня освоения всех компетенций, закрепленных за дисциплиной. Проводится по вопросам или экзаменационным билетам; оценка выставляется по пятибалльной системе с учетом текущей успеваемости в семестре.

Данные формы контроля осуществляются с привлечением разнообразных технических средств. Технические средства контроля могут содержать: программы компьютерного тестирования, учебные задачи, комплексные ситуационные задания.

В понятие технических средств контроля может входить оборудование, используемое обучающимся при практических работах и иных видах работ, требующих практического применения знаний и навыков в учебно-производственной ситуации, овладения техникой эксперимента.

Однако контроль с применением технических средств имеет ряд недостатков, т.к. не позволяет отследить индивидуальные способности и креативный потенциал обучающегося. В этом он уступает письменному и устному контролю. Как показывает опыт некоторых вузов - технические средства контроля должны сопровождаться устной беседой с преподавателем.

Информационные системы и технологии (ИС) оценивания качества учебных достижений обучающихся являются важным сегментом информационных образовательных систем, которые получают все большее распространение в вузах при совершенствовании (информатизации) образовательных технологий. Программный инструментальный (оболочка) таких систем в режиме оценивания и контроля обычно включает: электронные обучающие тесты, электронные аттестующие тесты, электронный практикум и др.

Электронные обучающие и аттестующие тесты являются эффективным средством контроля результатов образования на уровне знаний и понимания.

Режим обучающего, так называемого репетиционного тестирования служит, прежде всего, для изучения материалов дисциплины и подготовке обучающегося к аттестующему тестированию, он позволяет обучающемуся лучше оценить уровень своих знаний и определить, какие вопросы нуждаются в дополнительной проработке. В обучающем режиме особое внимание должно быть уделено формированию диалога пользователя с системой, путем задания вариантов реакции системы на различные действия обучающегося при прохождении теста. В результате обеспечивается высокая степень интерактивности электронных учебных материалов, при которой система предоставляет обучающемуся возможности активного взаимодействия с модулем, реализуя обучающий диалог с целью выработки у него наиболее полного и адекватного знания сущности изучаемого материала

Аттестующее тестирование знаний обучающихся предназначено для контроля уровня знаний и позволяет автоматизировать процесс текущего контроля успеваемости, а также промежуточной аттестации.

### **5.1. Критерии оценки тестового контроля**

Оценка «отлично», если правильные ответы составляют 100 - 85%

Оценка «хорошо», если правильные ответы составляют 84 – 70 %

Оценка «удовлетворительно», если правильные ответы составляют 69 – 50 %

Оценка «неудовлетворительно», если правильные ответы составляют 49 % и менее.

### **5.2. Критерии оценки ответа обучающегося на экзамене**

**«Отлично»** – обучающийся демонстрирует глубокое знание теоретического материала, свободно владеет терминологией ROS 2. Ответ логически выстроен, аргументирован, приведены примеры реализации программного кода. Практическое задание выполнено верно и в полном объеме. Свободно отвечает на дополнительные вопросы.

**«Хорошо»** – обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей. Владеет основными инструментами разработки. Практическое задание выполнено верно, но возможны незначительные замечания по оформлению. Ответы на дополнительные вопросы даны без затруднений.

**«Удовлетворительно»** – обучающийся имеет базовые знания по дисциплине, но допускает ошибки в определениях или программных конструкциях. Материал излагается фрагментарно. С практическим заданием справляется частично или при помощи наводящих вопросов преподавателя.

**«Неудовлетворительно»** – обучающийся демонстрирует отсутствие знаний по значительной части материала, не владеет базовой терминологией (узлы, топики, DDS). Практическое задание не выполнено. На дополнительные вопросы ответить не может.

## Аннотация рабочей программы

Дисциплина	Программирование в ROS
Реализуемые компетенции	ПК-2
Индикаторы достижения компетенций	<p><b>ПК-2.1.</b> Выполняет анализ технической документации и функциональных требований к мехатронной или робототехнической системе</p> <p><b>ПК-2.2.</b> Определяет состав оборудования, интерфейсы взаимодействия и требования к программно-аппаратной настройке</p> <p><b>ПК-2.3.</b> Выполняет подключение контроллеров и управляющих ЭВМ, настройку каналов связи и конфигурацию системы</p>
Трудоемкость, з.е.	<b>144/4</b>
Формы отчетности (в т.ч. по семестрам)	Экзамен в 8 семестре ОФО