

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Порохня Андрей Андреевич  
Должность: И.о. директора института перспективной инженерии  
Дата подписания: 19.06.2026 16:38:42  
Уникальный программный ключ:  
990bea3aeec48c23bd8699e48288f8d1960c600

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. директора института

А.А. Порохня  
Ф.И.О.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Управление автономными системами**

Направление подготовки  
Направленность (профиль)

09.03.04 Программная инженерия  
Инженерия сложных программных  
систем

Год начала обучения  
Форма обучения  
Реализуется в семестре

2026  
очная  
5

**Разработано**

Доцент \_\_\_\_\_ департамента \_\_\_\_\_ цифровых,  
робототехнических систем и электроники  
(должность разработчика)

Орлова Анна Юрьевна  
Ф.И.О.

Ставрополь 2026 г.

### 1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Формирование у студентов системного понимания архитектуры, методов и алгоритмов управления автономными системами (мобильные роботы, наземные автономные платформы), а также практических навыков разработки программного обеспечения для планирования движения, навигации и принятия решений в среде ROS 2 (Robot Operating System 2).

- ~ Задачи освоения дисциплины:
- ~ Изучить архитектуру ROS 2: узлы, топики, сервисы, действия, TF, параметры.
- ~ Освоить инструменты симуляции и визуализации (Gazebo, RViz), методы картографии и локализации (AMCL, EKF), алгоритмы глобального и локального планирования пути (A\*, DWA, TEB) и навигационный стек Nav2.
- ~ Приобрести навыки проектирования поведения робота (Конечный автомат, Дерево поведения) и реализации комплексных автономных систем с применением ROS 2.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Управление автономными системами» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и изучается обучающимися в 8 семестре.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код, формулировка компетенции                                                                                                                                                                                      | Код, формулировка индикатора                                                                                                                                                                                                                                     | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3 Владеет навыками разработки программного обеспечения: способен реализовывать алгоритмы, писать код на современных языках программирования, создавать клиент-серверные приложения и обеспечивать качество кода | ИД-1пк-3: Разрабатывает алгоритмы и реализует их на языках C++, Python с использованием ООП, STL/NumPy, управлением памятью и обработкой исключений; реализует ROS 2-узлы (Publisher, Subscriber, Service, Action) и интегрирует их в систему автономного робота | Разрабатывает ROS 2-узлы на C++ и Python (Publisher, Subscriber, Service, Action), реализует алгоритмы планирования пути и управления роботом        |
| ПК-3 Владеет навыками разработки программного обеспечения: способен реализовывать алгоритмы, писать код на современных языках программирования, создавать клиент-серверные приложения и обеспечивать качество кода | ИД-4пк-3: Пишет модульный, документированный и тестируемый код ROS-пакетов, соблюдая принципы SOLID и стандарты оформления; разделяет ответственность между узлами автономной системы                                                                            | Создаёт структурированные, документированные ROS-пакеты, применяет принципы разделения ответственности при разработке компонентов автономной системы |
| ПК-2 Способен выполнять проектирование и                                                                                                                                                                           | ИД-1пк-2: Проектирует архитектуру автономной системы, выбирает компоненты                                                                                                                                                                                        | Проектирует архитектуру системы управления роботом, выбирает и                                                                                       |

|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| разработку архитектуры программных систем среднего и крупного масштаба с применением шаблонов проектирования, архитектурных паттернов и инструментов документирования                                          | навигационного стека (Nav2, планировщики, costmap), обосновывает выбор алгоритмов глобального и локального планирования                                                                                    | обосновывает алгоритмы навигации и инструменты Nav2                                                                       |
| ПК-2 Способен выполнять проектирование и разработку архитектуры программных систем среднего и крупного масштаба с применением шаблонов проектирования, архитектурных паттернов и инструментов документирования | ИД-3пк-2: Применяет поведенческие паттерны (Конечный автомат, Дерево поведения) для реализации логики управления роботом; использует BehaviorTree.CPP для структурирования комплексной миссии              | Реализует Конечный автомат и Дерево поведения для управления роботом, структурирует сложную миссию через BehaviorTree.CPP |
| ПК-8 Способен адаптировать и применять методы искусственного интеллекта и машинного обучения для решения профессиональных задач, а также интегрировать AI-компоненты в программные продукты                    | ИД-1пк-8: Обработывает данные сенсоров (лидар, одометрия, IMU) для построения карт занятости (Occupancy Grid), оценки положения (AMCL) и слияния измерений (фильтр Калмана) в системе автономной навигации | Обработывает данные сенсоров, строит карты и оценивает положение робота с применением AMCL и фильтра Калмана              |
| ПК-8 Способен адаптировать и применять методы искусственного интеллекта и машинного обучения для решения профессиональных задач, а также интегрировать AI-компоненты в программные продукты                    | ИД-3пк-8: Интегрирует модели компьютерного зрения (детекция объектов) в ROS 2-систему через стандартные интерфейсы (cv_bridge, vision_msgs) и использует результаты детекции для навигационных решений     | Интегрирует детектор объектов в систему управления роботом через ROS 2-интерфейсы (cv_bridge, vision_msgs)                |
| ПК-9 Умеет оформлять техническую документацию, готовить презентации и отчёты, вести деловую коммуникацию на русском и иностранном                                                                              | ИД-1пк-9: Оформляет технические отчёты по лабораторным работам: описывает конфигурацию ROS-системы, приводит листинги команд, скриншоты RViz и Gazebo, формулирует выводы                                  | Оформляет технические отчёты по лабораторным работам с листингами, скриншотами RViz/Gazebo и выводами                     |

|                                                                                                                                                                   |   |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| языках профессиональной сфере                                                                                                                                     | в | по результатам экспериментов                                                                                                                                                             |                                                                                                            |
| ПК-9 Умеет оформлять техническую документацию, готовить презентации и отчёты, вести деловую коммуникацию на русском и иностранном языках в профессиональной сфере |   | ИД-2пк-9: Защищает результаты лабораторных работ в форме собеседования, аргументированно обосновывает принятые технические решения по выбору алгоритмов и архитектуры автономной системы | Публично защищает результаты лабораторных работ, обосновывает принятые решения по архитектуре и алгоритмам |

#### 4. Объем учебной дисциплины и формы контроля \*

|                                                     |                       |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|
| Объем занятий: всего: 8 з.е. 282 ак.ч.              | ОФО,<br>в астр. часах |
| <b>Контактная работа:</b>                           | <b>216</b>            |
| Лекции/из них практическая подготовка               | 72                    |
| Лабораторных работ/из них практическая подготовка   | 144                   |
| Практических занятий/из них практическая подготовка |                       |
| <b>Самостоятельная работа</b>                       | <b>66</b>             |
| <b>Формы контроля</b>                               |                       |
| Экзамен                                             |                       |
| Зачет                                               |                       |
| Зачет с оценкой                                     | +                     |
| Расчетно-графические работы                         |                       |
| Курсовые работы                                     |                       |
| Контрольные работы                                  |                       |

\* Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

#### 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

| № | Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание | Формируемые компетенции, индикаторы | очная форма                                                                                   |                               |
|---|-----------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|   |                                               |                                     | Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов | Самостоятельная работа, часов |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                            | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы |    |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------|----------------------|---------------------|----|
| 1 | Раздел 1. Установка ROS 2 и основы архитектуры Установка ROS 2 Humble на Ubuntu. Рабочее пространство (workspace). Создание пакетов. Узлы и коммуникационная модель ROS 2. DDS. Запуск demo-узлов (talker/listener).                                                                                                                                                                                         | ИД-1пк-3, ИД-4пк-3                                         | 4      |                      | 8                   | 10 |
| 2 | Раздел 2. Коммуникационные механизмы ROS 2 Publisher и Subscriber на C++ и Python. Пользовательские типы сообщений (.msg). Сервисы (.srv): клиент и сервер. Действия (.action): клиент и сервер.                                                                                                                                                                                                             | ИД-1пк-3, ИД-4пк-3                                         | 12     |                      | 24                  | 10 |
| 3 | Раздел 3. Симуляция, сенсоры и картография Симулятор Gazebo: запуск и плагины. Лидар: LaserScan, визуализация в RViz. Одометрия и TF. Статическая карта (Occupancy Grid) и map_server.                                                                                                                                                                                                                       | ИД-1пк-3, ИД-1пк-8                                         | 8      |                      | 16                  | 9  |
| 4 | Раздел 4. Локализация и слияние сенсорных данных AMCL: вероятностная локализация Монте-Карло. Слияние одометрии и IMU: расширенный фильтр Калмана, пакет robot_localization.                                                                                                                                                                                                                                 | ИД-1пк-8, ИД-1пк-2                                         | 4      |                      | 8                   | 9  |
| 5 | Раздел 5. Алгоритмы планирования пути Алгоритм Дейкстры на карте занятости. Алгоритм A*: эвристики и интеграция в ROS. Локальный планировщик DWA. Timed Elastic Band (TEB).                                                                                                                                                                                                                                  | ИД-1пк-3, ИД-1пк-2                                         | 12     |                      | 24                  | 10 |
| 6 | Раздел 6. Управление и поведенческое программирование ПИД-регулятор для управления роботом. ROS-узел контроллера. Конечный автомат (FSM). Дерево поведения (Behavior Tree) с BehaviorTree.CPP.                                                                                                                                                                                                               | ИД-3пк-2, ИД-4пк-3                                         | 8      |                      | 16                  | 10 |
| 7 | Раздел 7. Навигационный стек Nav2, продвинутое темы и комплексные проекты Полная настройка Nav2: lifecycle_manager, costmap, планировщики. Обработка динамических препятствий. Повторное планирование. rosbag2. Пользовательский costmap layer. Компьютерное зрение в ROS 2. Многоагентные системы. SLAM (GMapping). Комплексный проект навигации. Дерево поведения для комплексной миссии. Итоговая защита. | ИД-1пк-2, ИД-3пк-2, ИД-1пк-8, ИД-3пк-8, ИД-1пк-9, ИД-2пк-9 | 24     |                      | 48                  | 8  |

|  |                    |  |    |  |     |    |
|--|--------------------|--|----|--|-----|----|
|  | ИТОГО за 5 семестр |  | 72 |  | 144 | 66 |
|  | ИТОГО              |  | 72 |  | 144 | 66 |

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (модулю) базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);
- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины.

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Квигли, М. Программирование роботов с ROS / М. Квигли, Б. Герки, У. Прэтт ; пер. с англ. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 458 с. — ISBN 978-5-97060-842-5. — Текст : непосредственный.

2. Лутц, М. Изучаем Python / М. Лутц ; пер. с англ. А. Киселёв. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Символ-Плюс, 2020. — 832 с. — ISBN 978-5-93286-347-0. — Текст : непосредственный.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

3. Лавалль, С. М. Алгоритмы планирования : пер. с англ. / С. М. Лавалль. — Москва : URSS, 2020. — 842 с. — ISBN 978-5-9519-1612-2. — Текст : непосредственный.

4. Роботехника и управление автономными системами : учебное пособие / под общ. ред. А. И. Петрова. — Ставрополь : Изд-во СКФУ, 2024. — 280 с. — Текст : непосредственный.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»

www.eLibrary.ru - Научная электронная библиотека

www.iprbookshop.ru - Электронно-библиотечная система IPRbooks

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

При чтении лекций используется компьютерная техника для демонстрации презентационных мультимедийных материалов. При проведении лабораторных работ используются персональные компьютеры с установленными Ubuntu 22.04, ROS 2 Humble, Gazebo, RViz 2, VS Code.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные системы: docs.ros.org, navigation.ros.org, gazebo-sim.org, gazebo.ros.org.

|   |                                                                                                                    |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <a href="https://docs.ros.org">https://docs.ros.org</a> — официальная документация ROS 2 Humble                    |
| 2 | <a href="https://navigation.ros.org">https://navigation.ros.org</a> — документация Nav2 (навигационный стек ROS 2) |

Программное обеспечение:

|   |                                                       |
|---|-------------------------------------------------------|
| 1 | ROS 2 Humble Hawksbill (ros.org) — основная платформа |
| 2 | Gazebo (Classic / Ignition) — симулятор роботов       |
| 3 | RViz 2 — инструмент 3D-визуализации ROS 2             |
| 4 | Nav2 (Navigation2) — навигационный стек               |
| 5 | BehaviorTree.CPP — библиотека деревьев поведения      |
| 6 | Visual Studio Code, Git, CMake, colcon, Python 3      |

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

|                        |                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекционные занятия     | Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.                                                                                        |
| Лабораторные работы    | Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.                                                                                        |
| Самостоятельная работа | Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета |

## **11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья**

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

## **12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения**

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк), а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.