

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
Моделирование и симуляция автономных систем

Направление подготовки
Направленность (профиль)

09.03.04 Программная инженерия
Инженерия сложных программных
систем

Год начала обучения

2026

Форма обучения

очная

Реализуется в семестре

8

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 теоретических знаний и практических навыков в области моделирования и симуляции автономных систем (мобильные роботы, дроны) с использованием Gazebo Harmonic, URDF/SDF-моделирования, а также методов SIL-тестирования и автоматизированного анализа качества навигационных алгоритмов.

Задачи освоения дисциплины:

- ~ Освоить инструменты симуляции (Gazebo Harmonic + ROS 2) и создание URDF/SDF-моделей роботов с сенсорами (лидар, камера, IMU).
- ~ Освоить методологию SIL-тестирования: запуск Nav2 в симуляции, запись и анализ rosbag, вычисление метрик качества навигации.
- ~ Приобрести практические навыки автоматизированного тестирования (Python), моделирования шумов сенсоров и итоговой интеграции SLAM + Nav2.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование и симуляция автономных систем» 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 URDF/SDF-модели роботов для Gazebo, реализует Python-скрипты автоматизированного запуска симуляций (subprocess, рандомизация параметров), пишет ROS 2-узлы для анализа результатов	Создаёт URDF/SDF-модели роботов, пишет Python-скрипты автоматизации симуляций
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: Создаёт структурированные, документированные скрипты симуляций и пакеты ROS 2, соблюдая стандарты оформления и принципы разделения ответственности	Разрабатывает структурированные пакеты симуляций с чётким разделением ответственности
ПК-4 Способен проводить тестирование, отладку и профилирование	ИД-1пк-4: Применяет методологию SIL-тестирования (Software-in-the-Loop): формирует тест-сценарии для	Применяет SIL-методологию: формирует сценарии, записывает rosbag, анализирует метрики

программного обеспечения, обеспечивать надёжность и производительность программных систем	навигационного алгоритма, записывает и анализирует gosbag, вычисляет метрики (время, дистанция, коллизии)	
ПК-4 Способен проводить тестирование, отладку и профилирование программного обеспечения, обеспечивать надёжность и производительность программных систем	ИД-3пк-4: Проводит статистическое тестирование надёжности (100+ прогонов): рандомизирует сценарии, собирает метрики, строит гистограммы и оценивает процент успешных завершений алгоритма навигации	Проводит 100+ автоматизированных прогонов, строит статистику успешности навигации
ПК-9 Умеет оформлять техническую документацию, готовить презентации и отчёты, вести деловую коммуникацию на русском и иностранном языках в профессиональной сфере	ИД-1пк-9: Оформляет технические отчёты по лабораторным работам: описывает конфигурацию симуляции, приводит листинги URDF/SDF/Python-кода, скриншоты Gazebo и RViz, графики метрик, формулирует выводы	Оформляет технические отчёты с листингами кода, скриншотами Gazebo и графиками
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 и итоговый проект, аргументированно обосновывает выбор параметров симуляции, алгоритмов навигации и методов тестирования	Публично защищает итоговый симуляционный проект, обосновывает принятые решения

4. Объем учебной дисциплины и формы контроля *

Объем занятий: всего: 3 з.е. 108 ак.ч.	ОФО, в астр. часах
Контактная работа:	42
Лекции/из них практическая подготовка	14
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	28
Практических занятий/из них практическая подготовка	
Самостоятельная работа	66
Формы контроля	
Экзамен	
Зачет	
Зачет с оценкой	+
Расчетно-графические работы	

Курсовые работа	
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. Основы Gazebo и URDF-моделирование Установка Gazebo Harmonic + ROS 2 Humble. TurtleBot3: запуск, интерфейс, топики /scan, /odom, /cmd_vel, управление teleop. URDF: link, joint (revolute/fixed), inertial, collision, visual. robot_state_publisher, joint_state_publisher, check_urdf. Расширение URDF тегом <gazebo>: лидар (<sensor type="gpu_lidar">), камера (<sensor type="camera">), шум Гаусса. Визуализация в RViz.	ИД-1пк-3, ИД-4пк-3	6		12	20
2	Раздел 2. SIL-тестирование навигационного стека Понятие SIL. Запуск Nav2 в симуляции (lifecycle_manager, costmap, DWB/TEB). Задание цели через RViz (2D Nav Goal). Запись rosbag: /odom, /cmd_vel, /scan. Анализ rosbag на Python: построение траектории, время выполнения, коллизии. Сравнение конфигураций планировщика.	ИД-1пк-3, ИД-1пк-4	2		4	16
3	Раздел 3. Автоматизированное тестирование и моделирование шумов Python-скрипт: запуск Gazebo через subprocess, рандомизация (x, y, theta, цель, препятствия), сбор метрик, CSV-отчёт. Статистика 100 прогонов: гистограмма	ИД-1пк-3, ИД-4пк-3, ИД-3пк-4	4		8	16

	времени, процент успешных завершений. Шум сенсоров в SDF: <code><noise type="gaussian"></code> для лидара, дрейф IMU. Анализ влияния шума на навигацию.					
4	Раздел 4. Итоговый симуляционный проект Итоговый проект: автономный робот (TurtleBot3 или собственный URDF) в незнакомой среде — одновременное SLAM (slam_toolbox) и навигация Nav2. Цель: достичь заданной точки, объехать препятствия. Требования: launch-файл, rosbag, статистика метрик, README, видеодемонстрация. Защита.	ИД-1пк-3, ИД-4пк-3, ИД-1пк-4, ИД-3пк-4, ИД-1пк-9, ИД-2пк-9	2		4	14
	ИТОГО за 8 семестр		14		28	66
	ИТОГО		14		28	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. Туричин, Г. А. Программирование в среде ROS 2. Моделирование роботов в Gazebo / Г. А. Туричин. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 380 с. — ISBN 978-5-93700-145-6. — Текст : непосредственный.

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

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

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

Моделирование и симуляция автономных систем : учебное пособие / под ред. А. И. Петрова. — Ставрополь : Изд-во СКФУ, 2025. — 200 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 материалов. При проведении лабораторных работ используются персональные компьютеры с Ubuntu 22.04, Gazebo Harmonic, ROS 2 Humble, Nav2, slam_toolbox, VS Code.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные системы: gazebosim.org/docs, docs.ros.org, navigation.ros.org.

1	https://gazebosim.org/docs — документация Gazebo Harmonic (доступен в РФ)
2	https://navigation.ros.org — документация Nav2 (доступен в РФ)

Программное обеспечение:

1	Gazebo Harmonic (gazebosim.org) — 3D-симулятор роботов
2	ROS 2 Humble Hawksbill — роботизированная middleware
3	Nav2 (Navigation2) — навигационный стек
4	slam_toolbox — SLAM в реальном времени
5	Python 3, subprocess, matplotlib — автоматизация и анализ
6	Visual Studio Code, Git, RViz 2

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.