

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ "НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ДИАГНОСТИКИ
И ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА
МОСКВЫ"

Протокол № 1

от 30.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РОБОТОВ (ROBOT OPERATION SYSTEM)

Направление подготовки
(специальность)

[1] 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	2	72	0	0	48		24	0	
8	2	72	0	0	36		36	0	30
Итого	4	144	0	0	84	12	60	0	

АННОТАЦИЯ

В робототехнических системах, использующих ROS2, часто требуются специализированные решения для разработки программного обеспечения, оптимизированного под задачи управления роботами, навигации и обработки сенсорных данных. Это требует от выпускников глубоких знаний аппаратных и программных средств, включая применение ROS2, интеграцию с сенсорами и микропроцессорными системами, а также навыков работы с инструментами симуляции и отладки.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей основной образовательной программы.

Дисциплина нацелена на подготовку студентов к:

- разработке программного обеспечения для управления роботами и их компонентами с использованием ROS2;
- исследованию в области проектирования и совершенствования программных и аппаратных средств для робототехнических систем на базе ROS2;
- созданию и применению алгоритмического и программного обеспечения для систем управления, навигации и обработки данных в робототехнических системах;
- исследованию с целью обеспечения высокоэффективного функционирования средств управления, контроля и симуляции робототехнических систем с использованием ROS2, включая интеграцию с сенсорами и инструментами визуализации.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина относится к курсам по разработке робототехнических систем и симуляции в ROS2. При создании современных робототехнических систем необходимы знания методов и технологий разработки программного обеспечения для ROS2, интеграции сенсоров и алгоритмов управления, а также навыки проведения компьютерного моделирования и отладки робототехнических приложений, чему и посвящен данный курс.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции;	Код и наименование индикатора достижения
--	---------------------------	--	--

		Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	профессиональной компетенции
проектно-конструкторский			
Разработка и сопровождение эксплуатации мехатронных, киберфизических и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях	Мехатронные, киберфизические и интеллектуальные робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем	ПК-6.1 [1] - Способен выполнять разработку и обеспечивать сопровождение эксплуатации мехатронных, киберфизических и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-6.1[1] - Знать основные принципы и особенности разработки и сопровождения эксплуатации мехатронных, киберфизических и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях; У-ПК-6.1[1] - Уметь выполнять разработку и обеспечивать сопровождение эксплуатации мехатронных, киберфизических и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях; В-ПК-6.1[1] - Владеть навыками разработки и сопровождения эксплуатации мехатронных, киберфизических и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих,

	формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (B23)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование профессиональной ответственности, этики и культуры инженера-разработчика комплексных технических систем (B41)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/0/24		50	УО-8	3-ПК-6.1, У-ПК-6.1, В-ПК-6.1
2	Второй раздел	9-16	0/0/24		50	УО-16	3-ПК-6.1, У-ПК-6.1, В-ПК-6.1
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		0/0/48		100		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				0	АттР	3-ПК-6.1, У-ПК-6.1, В-ПК-6.1
	<i>8 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/0/18		25	УО-8	3-ПК-6.1, У-ПК-6.1, В-ПК-6.1
2	Второй раздел	9-15	0/0/18		25	УО-15	3-ПК-6.1,

							У-ПК-6.1, В-ПК-6.1
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		0/0/36		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	30	3-ПК-6.1, У-ПК-6.1, В-ПК-6.1

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
ЗО	Зачет с оценкой
УО	Устный опрос
АтТР	Аттестация разделов
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	0	0	48
1-8	Первый раздел	0	0	24
1	Введение в сети Интернет-протоколы, преимущества и недостатки (TCP/IP, UDP); модель OSI; основы беспроводных сетей (wifi, bluetooth, LoRa, Zigbee, RFID/NFC); промышленные интерфейсы и протоколы (I2C, SPI, CAN, RS-232/RS-485, Ethernet, USB, GMSL, EtherCAT, Modbus).	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
2	Введение в Linux Ubuntu 22 LTS Что такое Linux, дистрибутив и ядро ОС; почему Ubuntu для ROS2?; основные команды и навигация в терминале; язык Bash; технология git	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
3	Файловые системы и права доступа в Linux Понимание файловых систем, прав доступа и управления пакетами.	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
4	Что такое Docker и зачем он нужен? Основные термины: докер-контейнер, контейнеризация, образ, Dockerfile, Docker Hub; Docker применительно к ROS2; основные команды.	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
5	Введение в ROS2 История создания ROS; область применения ROS2 и его отличия от ROS1; версии ROS2; основные источники документации; установка ROS2; переменные среды	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
6	Ноды и топики Изучение нод, топигов, паблишеров и субскрайберов; стандарты сообщений.	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		

		0	0	0
7	Таймеры, сервисы и действия Таймеры ROS2; колбэки; реализация сервисов и действий в ROS2.	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
8	Продолжение таймеры, сервисы и действия Таймеры ROS2; колбэки; реализация сервисов и действий в ROS2.	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	0	0	24
9	Инструменты отладки ROS2 Использование rviz, rqt, PlotJuggler и встроенного инструментария ros2 для визуализации и отладки; запись rosbag.	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
10	Файлы запуска Использование launch-файлов для управления несколькими узлами.	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
11	Системы координат и матрицы перехода, TF2 Виды систем координат; матрицы перехода; кватернионы; библиотека TF2; правила построения дерева frames.	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
12	URDF/Xacro описание робота Структура URDF/Xacro файлов; ручное создание описания робота; отображение робота в rviz; моделирование робота в КОМПАС-3D.	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
13	Введение в RobotCAD Создание сборки робота в RobotCAD; экспорт URDF/Xacro файлов; отображение робота в rviz	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
14	Введение в Gazebo Введение в физический движок для симуляции роботов Gazebo; добавление своего робота; управление роботом.	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
15	Продолжение работы в Gazebo Симуляция сенсоров: лидары, камеры, IMU, энкодеры; добавление готового робота из библиотеки.	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
16	Обзор DDS Технология DDS; использование DDS в ROS2; реализация cyclone DDS.	Всего аудиторных часов		
		0	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>8 Семестр</i>	0	0	36
1-8	Первый раздел	0	0	18
1	Калибровка оборудования Калибровка датчиков, зачем она нужна и какие виды калибровок существуют.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Введение в Nav2 и основы навигации Что такое Nav2; компоненты Nav2 (локализация,	Всего аудиторных часов		
		0	0	4

	планирование пути, управление); основы навигации (глобальные и локальные карты, costmaps); behavior Tree.	Онлайн	0	0	0
3	Алгоритмы планировщиков в Nav2 Глобальные и локальные планировщики в Nav2; настройка планировщиков; преимущества и недостатки при различных сценариях.	Всего аудиторных часов	0	0	0
		Онлайн	0	0	0
4	Оптимизация и настройка Nav2 Настройка costmaps; behavior Tree; работа с динамическими препятствиями.	Всего аудиторных часов	0	0	4
		Онлайн	0	0	0
5	SLAM Основы SLAM; алгоритмы SLAM; интеграция SLAM с Nav2 (slam_toolbox).	Всего аудиторных часов	0	0	0
		Онлайн	0	0	0
6	Введение в MoveIt2 Что такое MoveIt2; планировщики, кинематика, восприятие; интеграция с URDF/Xacro описанием робота.	Всего аудиторных часов	0	0	4
		Онлайн	0	0	0
7	Кинематика в MoveIt2 Прямая и обратная кинематика; решатели кинематики; интеграция с TF2 для работы с системами координат.	Всего аудиторных часов	0	0	2
		Онлайн	0	0	0
8	Планировщики движений в MoveIt2 Планировщики в MoveIt2 (OMPL (RRT, PRM), CHOMP, STOMP); настройка планировщиков; планирование траекторий с учетом препятствий.	Всего аудиторных часов	0	0	4
		Онлайн	0	0	0
9-15	Второй раздел		0	0	18
9 - 10	Интеграция сенсоров и восприятия Интеграция сенсоров; восприятие в MoveIt2 (OctoMap); захват объекта, обнаруженного камерой.	Всего аудиторных часов	0	0	6
		Онлайн	0	0	0
11 - 12	Виды камер Виды камер и принципы действия; калибровка камеры; настройка iso, выдержки, фокуса.	Всего аудиторных часов	0	0	4
		Онлайн	0	0	0
13 - 14	Введение в компьютерное зрение и OpenCV Что такое компьютерное зрение; OpenCV; интеграция OpenCV с ROS2.	Всего аудиторных часов	0	0	6
		Онлайн	0	0	0
15	Алгоритмы компьютерного зрения Фильтры; детекторы; сегментация изображений.	Всего аудиторных часов	0	0	2
		Онлайн	0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции

ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>8 Семестр</i>
2	Введение в Nav2 и основы навигации Выполнение лабораторной работы
4	SLAM Выполнение лабораторной работы
6	Кинематика в MoveIt2 Выполнение лабораторной работы
8	Планировщики движений в MoveIt2 Выполнение лабораторной работы
10	Интеграция сенсоров и восприятия Выполнение лабораторной работы
12	Интеграция OpenCV с ROS2 Выполнение лабораторной работы

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий с использованием телекоммуникационных технологий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных компетенций студентов. В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских предприятий атомной отрасли. Самостоятельная работа студентов обеспечена учебными пособиями, курсом лекций в электронном виде и возможностью коммуникации с преподавателем в социальных сетях.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-6.1	З-ПК-6.1	АттР, УО-8, УО-16	ЗО, УО-8, УО-15
	У-ПК-6.1	АттР, УО-8, УО-16	ЗО, УО-8, УО-15
	В-ПК-6.1	АттР, УО-8, УО-16	ЗО, УО-8, УО-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64			
ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Студент обязан:

1. Посещать регулярно практические занятия и лабораторные работы, выполнять все текущие задания по изучаемой теме.

2. Пройти аттестацию по всем разделам дисциплины.

3. В конце семестра сдать все работы в архив кафедры и выполнить зачетную работу.

Для аттестации по разделам и допуску к зачету студенту необходимо получить не менее 60 баллов суммарно по всем разделам. Все практические графические работы должны быть выполнены студентом и защищены.

Все лабораторные работы должны быть выполнены студентом и сданы преподавателю.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Общие положения

1.1. При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

1.2. На первом занятии преподаватель:

знакомит студентов с целями и задачами преподаваемой дисциплины, определяет ее место в образовательной программе, обозначает междисциплинарные связи;

уточняет планы практических (семинарских, лабораторных) занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины, с учетом контингента и уровня подготовки студентов;

рекомендует основную и дополнительную литературу для успешного освоения дисциплины;

доводит до сведения студентов систему оценки знаний.

2. Рекомендации по подготовке и преподаванию дисциплины

2.1. Рекомендации по подготовке и проведению практических (семинарских) занятий:

2.1.1. Цель практических (семинарских) занятий - предоставление возможностей для углубленного изучения теории, овладения практическими навыками и выработки самостоятельного творческого мышления у студентов. На каждом таком занятии обучающиеся

решают практические задачи и демонстрируют результаты выполнения домашнего задания, выданного на предыдущем занятии.

2.1.2. На каждом таком занятии обучающиеся решают практические задачи и демонстрируют результаты выполнения домашнего задания, выданного на предыдущем занятии.

2.2. Рекомендации по организации руководства самостоятельной работой студентов

2.2.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

2.2.2. В ходе руководства самостоятельной работой студентов преподаватель приобщает их к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2.3. Рекомендации по осуществлению контроля знаний обучаемых

2.3.1. По дисциплине действует балльно-рейтинговая система, которая включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины

2.3.2. По дисциплине предусмотрены следующие виды аттестации: текущий контроль, рубежный контроль и итоговая аттестация.

2.3.3. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к лабораторным и практическим занятиям, могут быть использованы различные проверочные задания.

2.3.4. Прохождение контрольных рубежей по итогам освоения дисциплины проводится в середине и конце семестра.

2.3.5. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает приём зачета и самостоятельную подготовку к нему.

Автор(ы):

Токарев Антон Николаевич

Аникин Иван Александрович