

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Пермский государственный национальный исследовательский университет"**

**Институт компьютерных наук и технологий**

Авторы-составители: **Автайкин Сергей Владимирович**  
**Кнутова Наталия Сергеевна**

Рабочая программа дисциплины

**ТРЕК "РОБОТОТЕХНИКА И БЕСПИЛОТНЫЕ СИСТЕМЫ (ROBOT OPERATING SYSTEM)"**

Код УМК 101868

Утверждено  
Протокол №1  
от «28» июня 2024 г.

Пермь, 2024

## **1. Наименование дисциплины**

Трек "Робототехника и беспилотные системы (Robot Operating System)"

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

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **01.03.02** Прикладная математика и информатика  
направленность Искусственный интеллект и большие данные

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Трек "Робототехника и беспилотные системы (Robot Operating System)"** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.03.02** Прикладная математика и информатика (направленность : Искусственный интеллект и большие данные)

**ПК.5** Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение

**Индикаторы**

**ПК.5.2** Разрабатывает, изменяет архитектуру компьютерного программного обеспечения; проектирует структуры данных, базы данных, алгоритмы, программные интерфейсы

#### **4. Объем и содержание дисциплины**

<b>Направление подготовки</b>	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Искусственный интеллект и большие данные)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ семестров, выделенных для изучения дисциплины</b>	7
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	52
<b>Проведение лекционных занятий</b>	18
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	34
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	92
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (7 семестр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **История ROS**

Изучение эволюции ROS от Stanford AI Lab до Open Robotics. Ключевые версии (ROS 1, ROS 2), философия open-source. Влияние на современную робототехнику

### **Робототехнические компании использующие ROS**

Обзор промышленного применения: от Boston Dynamics до стартапов. Кейсы использования в логистике, медицине, БПЛА

### **Российское ROS сообщество**

Анализ российских проектов на ROS (Сберроботикс, Cognitive Pilot). Инструменты локализации документации

### **Рабочее пространство Catkin**

Структура catkin\_ws, сборка пакетов (catkin\_make), зависимости. Практика: создание первого пакета

### **Коммуникации Topic. Написание простого Publisher и Subscriber**

Модель publish-subscribe. Разработка узлов на Python/C++. Пример: передача данных с датчиков

### **Продвинутые способы коммуникации: Service, Action**

Синхронные (Service) и асинхронные (Action) взаимодействия. Кейс: управление манипулятором

### **Преобразование координат в роботе TF2**

Дерево преобразований TF2. Работа с фреймами (map, odom, base\_link). Пример: сенсорная интеграция

### **Создание модели робота для визуализации и симуляции в Gazebo**

URDF-описание робота. Добавление коллизий, инерции. Визуализация в RVIZ

### **Симуляция сенсоров в Gazebo**

Моделирование лидаров, камер, IMU. Настройка плагинов. Пример: тестирование SLAM в симуляции

### **Соревнование по поиску выхода из лабиринта**

Практическое применение навигационного стека (move\_base, AMCL). Критерии оценки: скорость, точность

### **Одновременное построение карты и локализация робота**

Алгоритмы построения карт (2D/3D). Интеграция с лидарами и камерами

### **Навигация и планирование пути робота**

Глобальные (A\*, Dijkstra) и локальные (DWA) планировщики. Настройка costmaps

### **Манипулятор и захват объектов с программой MoveIt**

Конфигурация манипулятора (SRDF). Планирование траекторий, захват объектов

### **Машинное зрение в робототехнике. Visual SLAM**

Работа с камерами (RGB-D, stereo). Калибровка, loop-closure

### **Поведение роботов: машина состояния и деревья поведения**

Дизайн сложного поведения. Пример: патрулирование помещения

### **Соревнования роботов**

Разбор задач мировых чемпионатов. Стратегии командной работы

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная:**

1. Горбаченко, В. И. Машинное обучение: настраиваем ПО, готовим данные, анализируем / В. И. Горбаченко, К. Е. Савенков, М. А. Малахов. — Москва, Алматы : Ай Pi Ар Медиа, EDP Hub (Идипи Хаб), 2024. — 248 с. — ISBN 978-5-4497-2314-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/133452.html>
2. Афонин, В. Л. Интеллектуальные робототехнические системы : учебное пособие / В. Л. Афонин, В. А. Макушкин. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Pi Ар Медиа, 2024. — 221 с. — ISBN 978-5-4497-3302-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/142270.html>

### **Дополнительная:**

1. Шакирьянов, Э. Д. Компьютерное зрение на Python. Первые шаги / Э. Д. Шакирьянов. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 161 с. — ISBN 978-5-00101-944-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/103032.html>
2. Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем : учебное пособие / А. И. Изюмов, Е. Б. Лаврентьев, С. И. Попов, Э. В. Марченко. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2023. — 64 с. — ISBN 978-5-7890-2098-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/130456>

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине Трек "Робототехника и беспилотные системы (Robot Operating System)" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Для формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, в учебном процессе используются:

- презентационные материалы (слайды по темам занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- тестирование;
- доступ в электронную информационно-образовательной среду университета;
- Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтента, а также тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных и практических занятий необходим компьютерный класс, оснащенный презентационной техникой с соответствующим программным обеспечением

Для самостоятельной работы студентов необходима

- аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет, с обеспечением доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
- помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборужован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборужован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборужован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборужован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборужена 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборужен 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет LibreOffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Трек "Робототехника и беспилотные системы (Robot Operating System)"**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.5**

**Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ПК.5.2</b> Разрабатывает, изменяет архитектуру компьютерного программного обеспечения; проектирует структуры данных, базы данных, алгоритмы, программные интерфейсы	Способность создавать и модернизировать программную архитектуру ROS-систем для автономных роботов и БПЛА	<b>Неудовлетворительно</b> Не выполнены условия на "удовлетворительно" <b>Удовлетворительно</b> Не выполнены условия на "хорошо". Студент допускает большое количество ошибок, которое может исправить самостоятельно или с помощью преподавателя <b>Хорошо</b> Не выполнены условия на "отлично". Студент допускает небольшое количество ошибок, которые может исправить самостоятельно <b>Отлично</b> Студент самостоятельно проектирует структуру ROS-пакетов, оптимизирует производительность узлов

## **Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации**

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### **Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.5.2</b> Разрабатывает, изменяет архитектуру компьютерного программного обеспечения; проектирует структуры данных, базы данных, алгоритмы, программные интерфейсы	Продвинутые способы коммуникации: Service, Action <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Разворачивание и адаптация ROS-системы для автономных роботов и БПЛА
<b>ПК.5.2</b> Разрабатывает, изменяет архитектуру компьютерного программного обеспечения; проектирует структуры данных, базы данных, алгоритмы, программные интерфейсы	Одновременное построение карты и локализация робота <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Практическое применение навигационного стека
<b>ПК.5.2</b> Разрабатывает, изменяет архитектуру компьютерного программного обеспечения; проектирует структуры данных, базы данных, алгоритмы, программные интерфейсы	Соревнования роботов <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Стратегии командной работы

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Продвинутые способы коммуникации: Service, Action**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Кейс: управление манипулятором	30

## **Одновременное построение карты и локализация робота**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Самостоятельная работа "Применение навигационного стека"	30

## **Соревнования роботов**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Командный проект "Соревнования роботов"	40