

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Сибирская школа геонаук (119)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании ДОТ
Протокол №29 от 10 апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ОСНОВЫ РОБОТОТЕХНИКИ / FUNDAMENTALS OF ROBOTICS»

Направление: 09.03.02 Информационные системы и технологии

Информационные технологии в науках о Земле и окружающей среде / Information Technologies in Earth and Environmental Sciences

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Ланько Анна Викторовна
Дата подписания: 17.12.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ланько Анна
Викторовна
Дата подписания: 17.12.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Паршин
Александр Вадимович
Дата подписания: 13.01.2026

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Основы робототехники / Fundamentals of Robotics» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-5 Способность разрабатывать программное обеспечение для радиоэлектронных средств на языках высокого уровня	ПКС-5.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-5.3	Способность разрабатывать алгоритмы управления радиоэлектронными средствами и проводить патентный поиск для выявления аналогов	<p>Знать принципы разработки алгоритмов управления радиоэлектронными средствами робототехники, включая PID-регуляторы, конечные автоматы и телеметрию, а также методику патентного поиска аналогов технических решений для задач недропользования и геологоразведки.</p> <p>Уметь разрабатывать программное обеспечение на языках высокого уровня (C/C++ для Arduino) для управления робототехническими системами, включая алгоритмы стабилизации платформ, автоматической геофизической съемки и беспроводной телеметрии.</p> <p>Владеть владеет навыками программирования микроконтроллеров (Arduino, ESP32), интеграции сенсоров и исполнительных механизмов, а также проведения патентного анализа для выявления аналогов робототехнических решений в геологоразведке.</p>

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Основы робототехники / Fundamentals of Robotics» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Объектно-ориентированное программирование / Object-Oriented Programming»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Робототехника / Robotics»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	54	54
лекции	18	18
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	36	36
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	54	54
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля	
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)					
№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1. Введение в робототехнику и робототехнические системы в области недропользования	1	2			1	4				Устный опрос
2	2. Аппаратная часть робототехнических систем	2	2			2	4	3	10		Устный опрос
3	3. Сенсоры и датчики для робототехники в геологоразведке	3	4			3	4	5	10		Устный опрос
4	4. Программирование микроконтроллеров для робототехники	4	2			4	6				
5	5. Алгоритмы управления роботами: PID-регуляторы	5	2			5	4	5	10		Устный опрос
6	6. Беспроводная	6	2			6	6	2	4		Устный

	связь и телеметрия для робототехники									опрос
7	7. Разработка алгоритмов управления робототехническими системами	7	2			7	6	1	10	Устный опрос
8	8. Патентный поиск и анализ аналогов робототехнических решений	8	2			8	2	4	10	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		18				36		54	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	1. Введение в робототехнику и робототехнические системы в области недропользования	Классификация роботов (промышленные, мобильные, подземные), робототехника в геологоразведке (буровые роботы, мобильные платформы для карьерной съемки, БПЛА/наземные роботы для мониторинга), обзор платформ (Arduino, Raspberry Pi)
2	2. Аппаратная часть робототехнических систем	Микроконтроллеры (Arduino Uno, ESP32), исполнительные механизмы (серводвигатели, шаговые двигатели, DC-моторы), силовая электроника (Н-мосты, драйверы), энергоснабжение для полевых условий.
3	3. Сенсоры и датчики для робототехники в геологоразведке	Базовые сенсоры (ультразвук HC-SR04, ИК, акселерометры MPU6050), геофизические датчики (магнитометры HMC5883L, датчики наклона), интерфейсы (I2C, SPI, UART).
4	4. Программирование микроконтроллеров для робототехники	Структура IDE для микроконтроллеров (Arduino IDE, PlatformIO, MicroPython IDE), основные языки программирования (C/C++, MicroPython), цикл обработки данных, библиотеки и драйверы, обработка прерываний, ШИМ-управление, последовательная связь, отладка и тестирование кода для задач робототехники в области недропользования.
5	5. Алгоритмы управления роботами: PID-регуляторы	Позиционное, скоростное и траекторное управление; PID-регулятор (P, I, D коэффициенты); настраивание регулятора методом Зиглера-Николса; применение в стабилизации платформы геофизического датчика.
6	6. Беспроводная связь и телеметрия для робототехники	Модули связи (Bluetooth HC-05, LoRa, WiFi ESP8266), протоколы передачи данных, телеметрия для мониторинга состояния робота в полевых условиях недропользования.

7	7. Разработка алгоритмов управления робототехническими системами	Базовые алгоритмы (следование по линии, обезд прятствий, конечные автоматы), конечные автоматы состояний (FSM), алгоритмизация задач геологоразведки (автоматическая съемка профиля).
8	8. Патентный поиск и анализ аналогов робототехнических решений	Методика патентного поиска (Google Patents, Espacenet, ФИПС), критерии новизны, анализ технических решений для робототехники в недропользовании, оформление результатов поиска.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Практическая работа №1. Сборка базовой робототехнической платформы на Arduino для геофизических измерений.	4
2	Практическая работа №2. Подключение и тестирование серводвигателя и шаговика для роботизированного датчика.	4
3	Практическая работа №3. Интеграция магнитометра и акселерометра на Arduino с выводом данных.	4
4	Практическая работа №4. Разработка программы управления двигателями с обратной связью по энкодерам.	6
5	Практическая работа №5. Настройка PID-регулятора для стабилизации роботизированной платформы.	4
6	Практическая работа №6. Организация беспроводной телеметрии робота (данные датчиков + управление).	6
7	Практическая работа №7. Программирование алгоритма автоматической геофизической съемки по заданному профилю.	6
8	Практическая работа №8. Патентный поиск аналогов роботизированных систем для геологоразведки.	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов

1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	10
2	Подготовка к зачёту	4
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	10
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	10
5	Проработка разделов теоретического материала	20

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: работа в малых группах

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практическая работа №1. Сборка базовой робототехнической платформы на Arduino для геофизических измерений

Цель работы: Освоить сборку базовой робототехнической платформы на базе микроконтроллера Arduino для задач геофизических измерений в геологоразведке.

Краткий теоретический словарь:

- Arduino — платформа с открытым исходным кодом для разработки электронных устройств (микроконтроллер ATmega328P).
- Микроконтроллер — программируемая микросхема, объединяющая процессор, память и периферийные устройства.
- Breadboard — плата для прототипирования без пайки (макетная плата).
- Шаговый двигатель — электродвигатель, совершающий дискретные повороты (шаг за шагом).
- Геофизические измерения — методы изучения физических полей Земли (магнитное поле, гравитация) для поиска месторождений.

Ход выполнения работы:

1. Подготовьте комплект: Arduino Uno, макетная плата, шаговый двигатель NEMA17, драйвер A4988, магнитометр HMC5883L, провода DuPont, USB-кабель, источник питания 12В.
2. Смонтируйте схему на макетной плате: подключите Arduino к драйверу A4988 (VMOT к 12В, GND к общему, STEP к pinu 9, DIR к pinu 8), шаговый двигатель к драйверу (4 провода по цветам), магнитометр HMC5883L по I2C (SDA к A4, SCL к A5, VCC к 3.3В).
3. Подключите Arduino к компьютеру через USB, установите драйверы (CH340 для клонов), откройте Arduino IDE, проверьте COM-порт в диспетчере устройств.
4. Загрузите тестовый скетч: включите библиотеку Wire.h для I2C, инициализируйте магнитометр (адрес 0x1E), настройте драйвер шаговика (microsteps=16, current=0.8A), выполните 200 шагов вперед и назад.
5. Проверьте работу: измерьте магнитное поле (X,Y,Z в мкТл), выведите в Serial Monitor (115200 бод), зафиксируйте отсутствие ошибок компиляции и стабильную работу двигателя.
6. Сфотографируйте схему, сохраните скетч, составьте отчет с замерами магнитного поля.

Ожидаемый результат: Рабочая платформа с двигателем и магнитометром, скетч, отчет с замерами.

Контрольные вопросы:

1. Зачем нужна макетная плата при прототипировании?
2. Какой адрес I2C у магнитометра HMC5883L?
3. В чем разница между шаговым и серводвигателем?
4. Как проверить подключение Arduino к компьютеру?
5. Какие геофизические параметры измеряет HMC5883L?

Практическая работа №2. Подключение и тестирование серводвигателя и шагового двигателя для роботизированного датчика

Цель работы: Освоить подключение и программирование серводвигателя и шагового двигателя для позиционирования геофизического датчика.

Краткий теоретический словарь:

- Серводвигатель — двигатель с обратной связью и точным позиционированием (0-180°).
- Шаговый двигатель — двигатель непрерывного вращения с дискретными шагами (1.8°/шаг).
- Драйвер двигателя — электронная схема для управления мощностью (A4988 для шаговиков).
- ШИМ (PWM) — широтно-импульсная модуляция для управления скоростью/положением.
- Микросхема — интегральная схема (чип).

Ход выполнения работы:

1. Подготовьте: Arduino Uno, серводвигатель SG90, шаговый двигатель 28BYJ-48 с драйвером ULN2003, резисторы 220 Ом, провода.
2. Серводвигатель: красный провод к 5В, коричневый к GND, оранжевый к pinu 9; шаговик: подключите драйвер ULN2003 (IN1-IN4 к pinам 8-11, +5В и GND).
3. В Arduino IDE создайте скетч: подключите библиотеку Servo.h, в setup() установите servo.attach(9); в loop() выполните sweep() от 0° до 180° и обратно с задержкой 15 мс.
4. Для шаговика: используйте полупериодный режим (half-step), задайте скорость 1000 шагов/мин, поверните на 360° (2048 шагов для 28BYJ).
5. Тестируйте последовательно: сначала серво (плавное движение), затем шаговик (360° вращение), затем комбинированный режим (серво поворачивается, шаговик перемещается).
6. Измерьте время на полный цикл, зафиксируйте углы и шаги, выведите в Serial Monitor углы серво и количество шагов.

Ожидаемый результат: Рабочие двигатели с точным управлением, скетч, таблица параметров движения.

Контрольные вопросы:

1. В чем принцип работы серводвигателя?
2. Зачем нужны 4 провода для управления шаговиком?
3. Что такое полупериодный режим шагового двигателя?
4. Как ШИМ управляет серводвигателем?
5. Какие датчики можно позиционировать серводвигателем в геологоразведке?

Практическая работа №3. Интеграция магнитометра и акселерометра на Arduino с выводом данных

Цель работы: Подключить и протестировать инерциальные и магнитные датчики для робототехнической платформы геологоразведки.

Краткий теоретический словарь:

- Акселерометр — датчик линейного ускорения ($g=9.81 \text{ м/с}^2$).
- Магнитометр — датчик магнитного поля Земли (в мкТл).
- I2C — последовательный протокол связи (2 провода: данные+часы).
- SPI — последовательный периферийный интерфейс (4 провода).
- Калибровка — настройка датчика для устранения смещения/масштаба.

Ход выполнения работы:

1. Компоненты: Arduino Uno, MPU6050 (акселерометр+гироскоп), HMC5883L, резисторы 4.7кОм для подтяжки I2C.
2. Схема: MPU6050 (VCC-3.3B, GND, SDA-A4, SCL-A5); HMC5883L (аналогично). Подтяжные резисторы между SDA/SCL и 3.3В.
3. Библиотеки: Adafruit_MPU6050, Adafruit_HMC5883_Unified; в setup() инициализируйте оба датчика, проверьте whoAmI (MPU=0x68, HMC=0x1E).
4. Программа: считывайте акселерометр (ax,ay,az), магнитометр (mx,my,mz), рассчитайте наклон ($\text{atan2}(ay,ax)$), магнитный азимут ($\text{atan2}(my,mx)$).
5. Калибровка: наклоните платформу $\pm 90^\circ$, запишите min/max значения, рассчитайте коэффициенты (scale=(max-min)/2, offset=(max+min)/2).
6. Вывод: Serial.print каждые 100 мс, постройте графики в Serial Plotter, протестируйте поворот на 360° .

Ожидаемый результат: Калибранные датчики, данные наклона/азимута, графики.

Контрольные вопросы:

1. Зачем нужны подтяжные резисторы в I2C?
2. Как рассчитать угол наклона по акселерометру?
3. Что измеряет магнитометр HMC5883L?
4. В чем разница I2C и SPI?
5. Как калибровать IMU-датчик?

Практическая работа №4. Разработка программы управления двигателями с обратной связью по энкодерам (на выбранном языке программирования)

Цель работы: Разработать программу управления двигателями с энкодерной обратной связью на выбранном языке (C++ или MicroPython).

Краткий теоретический словарь:

- Энкодер — датчик положения/скорости вращения вала.
- Обратная связь — использование измерений для коррекции управления.
- PID-регулятор — пропорционально-интегрально-дифференциальный контроллер.
- PlatformIO — IDE для разработки под микроконтроллеры (поддержка C++/Python).
- MicroPython — Python для микроконтроллеров (ESP32, RP2040).

Ход выполнения работы:

1. Выберите язык: C++ (Arduino IDE) или MicroPython (Thonny+ESP32); двигатель DC с энкодером 1024 имп/об, драйвер L298N.
2. Схема: энкодер (A/B к pinам 2/3 с прерываниями), драйвер (IN1/IN2 к 9/10 PWM, ENA к 5 PWM).
3. Программа: настройте прерывания для подсчета импульсов (int count=0), рассчитайте скорость (RPM=импульсы/время), задайте setpoint=1000 RPM.
4. PID: P=1.0, I=0.1, D=0.05; error=setpoint-RPM, output=Perror+Isum+D*d_error; ограничьте output (0-255).
5. Тестирование: разгоните до 1000 RPM, измерьте время стабилизации (<5с), отклонение (<10%), постройте графики RPM vs время.
6. Отчет: код, осциллограммы энкодера, PID-графики, сравнение языков.

Ожидаемый результат: Стабильное управление скоростью, PID-графики, отчет.

Контрольные вопросы:

1. Как работают прерывания энкодера?
2. Формула PID-регулятора?
3. Зачем нужна интегральная составляющая?
4. В чем преимущество MicroPython перед C++?
5. Как измерить разрешение энкодера?

Практическая работа №5. Настройка PID-регулятора для стабилизации роботизированной платформы

Цель работы: Настроить PID-регулятор для стабилизации геофизической платформы по данным акселерометра.

Краткий теоретический словарь:

- Метод Зиглера-Николса — алгоритм настройки PID-коэффициентов.
- Осцилляции — колебания при критическом усилении.
- Стабилизация платформы — поддержание горизонтального положения.
- Сервомеханизм — система с обратной связью по положению.

Ход выполнения работы:

1. Платформа: 2 серводвигателя (roll/pitch), MPU6050; setpoint=0° (горизонт).
2. Р-настройка: начните P=1.0, увеличивайте до устойчивых осцилляций (K_u), запишите период Т_u.
3. Ziegler-Nichols: K_p=0.6K_u, K_i=2K_p/T_u, K_d=K_p*T_u/8; реализуйте в коде.
4. Тестирование: возмущение ±30°, измерьте время восстановления (<2с), перерегулирование (<10%).
5. Тонкая настройка: варьируйте коэффициенты ±20%, выберите оптимальные по графикам.
6. Применение: имитируйте геофизический датчик, измерьте стабильность поля при возмущениях.

Ожидаемый результат: Оптимальные PID-коэффициенты, графики стабилизации.

Контрольные вопросы:

1. Что такое критическое усиление K_u?
2. Формулы Ziegler-Nichols для PID?
3. Зачем нужна дифференциальная составляющая?
4. Как оценить качество настройки?
5. Применение стабилизации в аэрогеофизике?

Практическая работа №6. Организация беспроводной телеметрии робота (данные датчиков + управление)

Цель работы: Настроить беспроводную связь для передачи телеметрии и команд управления.

Краткий теоретический словарь:

- Телеметрия — дистанционная передача данных о состоянии объекта.
- Bluetooth HC-05 — модуль связи на 2.4 ГГц (до 10м).
- LoRa — протокол дальности связи (до 10км).
- UART — универсальный асинхронный приемник-передатчик.
- JSON — формат структурированных данных.

Ход выполнения работы:

1. Модуль HC-05: подключите TX/RX к пинам 10/11 (SoftwareSerial), VCC/CH_PD к 3.3В, AT-команды (пароль 1234).
2. Пакет данных: {"roll":15.2,"pitch":-2.1,"magX":450,"rpm":980,"status":"OK"}.
3. Приемник: Python-скрипт (pyserial), парсинг JSON, GUI в tkinter для отображения данных.
4. Команды: "START", "STOP", "CALIBRATE"; подтверждение "OK".
5. Тест: 100 пакетов/мин, потери <1%, задержка <100мс, дальность 10м.
6. LoRa-вариант: SX1278 модуль, тестовый пакет на 1км.

Ожидаемый результат: Рабочая телеметрия, GUI, статистика связи.

Контрольные вопросы:

1. Зачем AT-команды для HC-05?
2. Преимущества LoRa перед Bluetooth?
3. Как парсить JSON в Python?
4. Что такое SoftwareSerial?
5. Применение телеметрии в геологоразведке?

Практическая работа №7. Программирование алгоритма автоматической геофизической съемки по заданному профилю

Цель работы: Разработать алгоритм автономной геофизической съемки по заданной траектории.

Краткий теоретический словарь:

- Конечный автомат состояний (FSM) — алгоритм с дискретными состояниями переходами.
- Следование по линии — алгоритм по ИК-датчикам.
- Объезд препятствий — реакция на ультразвук.
- Профиль съемки — линейный маршрут с шагом 1м.

Ход выполнения работы:

1. Платформа: 2 DC-мотора, HC-SR04 ультразвук, 2 ИК-датчика линии, MPU6050.
2. Состояния FSM: IDLE, FOLLOW_LINE, AVOID_OBSTACLE, MEASURE, RETURN.
3. Алгоритм: while(following) { if(line_detected) speed=100; else turn_left(); if(dist<30cm) state=AVOID; }.
4. Съемка: каждые 1м записывать {"pos":n,"mag":mx,"roll":roll}, суммарно 50 точек.
5. Тестирование: трасса 20м, время <5мин, потери данных 0%, точность траектории ±10см.
6. Экспорт: CSV-файл для ГИС, график магнитного поля по профилю.

Ожидаемый результат: Автономная съемка, CSV-данные, FSM-диаграмма.

Контрольные вопросы:

1. Что такое конечный автомат состояний?
2. Алгоритм объезда препятствий?
3. Как синхронизировать измерения с позицией?
4. Преимущества FSM перед if-else?
5. Формат данных для ГИС?

Практическая работа №8. Патентный поиск аналогов робототехнических решений для геологоразведки (отчет)

Цель работы: Провести патентный поиск и анализ аналогов робототехнических систем.

Краткий теоретический словарь:

- Патентный поиск — систематический анализ патентных баз.
- Новизны — отсутствие идентичных решений на дату приоритета.
- ФИПС — Федеральная служба по интеллектуальной собственности.
- IPC — Международная патентная классификация.
- Техническое решение — устройство+способ.

Ход выполнения работы:

1. Задача: "роботизированная платформа магниторазведки"; ключевые слова: "робот геологоразведка", "UAV магнитометр".
2. Базы: Google Patents, Espacenet, ФИПС (fips.ru); фильтр: 2015-2025, Россия+США+Европа.
3. Анализ 5-10 патентов: номер, заявитель, суть, отличия от вашей идеи (платформа+стабилизация PID).
4. Таблица: |№ патента|Название|Аналогия|Отличия|IPC|; оценка новизны.
5. Отчет: введение, методика поиска, таблица, выводы, список литературы (10+ источников).
6. Презентация: 5 слайдов с ключевыми патентами и вашей уникальностью.

Ожидаемый результат: Отчет (10 стр.), таблица аналогов, презентация.

Контрольные вопросы:

1. Что такое патентная новизна?
2. Основные базы патентного поиска?

3. IPC-классы для робототехники?
4. Как оценить патентную чистоту идеи?
5. Зачем патентный поиск перед разработкой?

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Рекомендации по самостоятельной работе:

1. Рекомендации по самостоятельной подготовке к лабораторным работам
 - Изучите теоретический материал по теме лабораторной работы. Ознакомьтесь с учебниками, лекциями и дополнительными источниками, чтобы понимать цели и задачи работы, основные понятия и методы, используемые в лабораторном задании1.
 - Внимательно ознакомьтесь с методическими указаниями и требованиями к лабораторной работе. Обратите внимание на последовательность выполнения этапов, используемое программное обеспечение, форматы исходных и выходных данных, требования к визуализации и анализу результатов.
 - Подготовьте исходные данные. Проверьте наличие всех необходимых файлов, убедитесь в их корректности (форматы, структура, отсутствие ошибок и пропусков данных).
 - Освойте необходимые функции и инструменты программного обеспечения. Повторите работу с теми модулями и инструментами, которые будут использоваться в лабораторной работе.
 - Планируйте время. Разделите выполнение работы на этапы: подготовка данных, выполнение анализа, оформление визуализации, написание отчета.
2. Рекомендации по оформлению отчетов по лабораторным работам
 - Структурируйте отчет по стандартной схеме:
 - Титульный лист (название работы, ФИО, группа, дата)
 - Цель работы
 - Краткое описание исходных данных
 - Описание используемых методов и программного обеспечения
 - Последовательное изложение этапов работы с иллюстрациями (скриншотами, графиками, картами)
 - Анализ полученных результатов (выявленные особенности, сравнение с теорией, интерпретация)
 - Выводы и рекомендации
 - Список использованных источников
 - Используйте качественные иллюстрации. Все графические материалы должны быть четкими, снабжены подписями, масштабами, легендами и пояснениями.
 - Формулируйте выводы по существу. Кратко и ясно отражайте основные результаты работы, выявленные закономерности, достоинства и ограничения применяемых методов.
 - Оформляйте отчет в соответствии с требованиями ДОТ. Соблюдайте стандарты оформления текста, таблиц, рисунков и ссылок на источники.
3. Рекомендации по самостоятельной проработке отдельных разделов тем
 - Изучайте рекомендованную литературу и дополнительные источники. Используйте учебники, статьи, электронные ресурсы, профессиональные базы данных и справочные материалы, указанные в рабочей программе дисциплины1.
 - Выполняйте конспектирование ключевых понятий и алгоритмов. Составляйте краткие записи по основным определениям, алгоритмам, этапам работы с ПО, особенностям визуализации и анализа данных.
 - Практикуйтесь в самостоятельном выполнении типовых заданий. Решайте задачи,

связанные с обработкой и визуализацией геолого-геофизических данных, используя различные программные средства.

- Формулируйте вопросы и уточнения для обсуждения на занятиях. Записывайте непонятные моменты, чтобы получить разъяснения у преподавателя или в ходе дискуссии.
- Анализируйте примеры из практики. Изучайте реальные кейсы решения задач геофизики, сравнивайте разные подходы и делайте выводы о целесообразности их применения.

4. Общие рекомендации

- Развивайте навыки поиска и критического анализа информации. Пользуйтесь современными информационными ресурсами, анализируйте достоверность и актуальность найденных данных.
- Акцентируйте внимание на интеграции знаний и умений. Страйтесь связывать теоретические знания с практическими задачами, анализируйте, как выбранные методы и технологии влияют на качество и достоверность графического представления информации.
- Соблюдайте академическую честность. Все результаты, представленные в отчетах, должны быть получены самостоятельно, с обязательным указанием источников заимствованных данных и иллюстраций.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

Опрос может проводиться:

Фронтально — в форме беседы с группой, когда вопросы задаются всей группе, а ответы даются по очереди или по желанию.

Индивидуально — каждый студент отвечает на один или несколько вопросов, давая развернутый, связный ответ, часто с примерами и пояснениями.

Комбинированно — сочетаются оба подхода, а также используются дополнительные методы (например, письменные карточки, рецензирование ответов товарищей)

Критерии оценивания.

полнота и правильность ответа;
понимание и осознанность материала;
логичность и последовательность изложения;
корректность терминологии;
способность отвечать на уточняющие вопросы

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения	Критерии оценивания	Средства
----------------------	---------------------	----------

компетенции		(методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-5.3	полнота и правильность ответа; понимание и осознанность материала; логичность и последовательность изложения; корректность терминологии; способность отвечать на уточняющие вопросы	устный опрос

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

К зачету допускаются студенты сдавшие все отчеты по лабораторным (практическим) работам. Зачёт проводится в форме устного опроса или тестирования, включающего 5 вопросов — по одному из каждой основной темы курса. В некоторых случаях допускается комбинированная форма: тест + устный опрос.

Время на ответ ограничено, ответы должны быть чёткими, логичными и аргументированными.

В случае неудовлетворительного результата студенту предоставляется возможность пересдачи в установленные сроки. При повторном не сдаче возможна дополнительная консультация и индивидуальное собеседование. Оценка выставляется по шкале с учётом полноты и правильности ответов.

Вопросы для подготовки к зачету:

Какие основные классификации роботов применяются в робототехнике и как классифицируются роботы для задач недропользования?

Перечислите типы мобильных робототехнических платформ, используемых в геологоразведке, и их основные преимущества.

В чем разница между микроконтроллерами Arduino Uno и ESP32 с точки зрения применения в полевых условиях?

Опишите принцип работы шагового двигателя и укажите его преимущества для позиционирования геофизических датчиков.

Какие типы исполнительных механизмов наиболее часто применяются в робототехнических системах в области недропользования?

Перечислите основные интерфейсы связи микроконтроллеров (I2C, SPI, UART) и их области применения в робототехнике.

Какие геофизические датчики интегрируются с робототехническими платформами и какие физические величины они измеряют?

Объясните принцип работы акселерометра MPU6050 и его применение для стабилизации роботизированной платформы.

В чем разница между магнитометром HMC5883L и другими типами магнитометров для аэрогеофизических измерений?

Опишите структуру программы для Arduino IDE: функции setup(), loop() и обработка прерываний.

Что такое широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и как она применяется для управления скоростью двигателей?

Перечислите основные библиотеки Arduino для работы с серводвигателями, энкодерами и датчиками.

В чем суть PID-регулятора и каковы роли пропорциональной (P), интегральной (I) и дифференциальной (D) составляющих?

Опишите метод Зиглера-Николса настройки PID-регулятора и его применение для стабилизации платформы.

Какие параметры характеризуют качество работы PID-регулятора (перерегулирование, время установления)?

Сравните модули беспроводной связи Bluetooth HC-05, LoRa и WiFi ESP8266 по дальности и пропускной способности.

Что такое телеметрия в робототехнике и какие данные передаются в системах мониторинга геологоразведки?

Опишите формат JSON для передачи структурированных данных телеметрии робототехнической платформы.

В чем преимущества конечных автоматов состояний (FSM) перед обычными условными конструкциями if-else?

Перечислите типичные состояния конечного автомата для робота геофизической съемки (IDLE, FOLLOW_LINE, MEASURE).

Что такое обезд препятствий и какие датчики используются для реализации этого алгоритма?

Опишите алгоритм следования по линии и его применение для автоматической геофизической съемки.

Как синхронизируется сбор данных геофизических датчиков с перемещением робототехнической платформы?

Что такое патентный поиск и какие базы данных используются для поиска аналогов (Google Patents, ФИПС)?

Объясните критерии патентной новизны и промышленной применимости технического решения.

Какие классы Международной патентной классификации (IPC) относятся к робототехнике и геофизическим методам?

В чем разница между патентом, полезной моделью и изобретением в российском патентном законодательстве?

Как проводится анализ технического уровня по результатам патентного поиска?

Перечислите этапы разработки робототехнической системы от идеи до патентования.

Какие специфические требования предъявляются к робототехническим системам при эксплуатации в условиях недропользования?

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических задач;	выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не может ответить на дополнительные вопросы

7 Основная учебная литература

1. Интеллектуальные роботы : учебное пособие по направлению подготовки 220400.65 - "Мехатроника и робототехника" / И. А. Каляев [и др.]; под общ. ред. Е. И. Юревича, 2007. - 360.
2. Методические указания по проведению лабораторных работ по дисциплине "Механика манипуляционных устройств" направления подготовки 221000 - "Мехатроника и робототехника", профиль - "Наладка, программирование и эксплуатация мехатронных и робототехнических систем" : методические указания / Иркут. гос. техн. ун-т, 2013. - 55.
3. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие [для подготовки бакалавров и магистров по направлению "Мехатроника и робототехника"] / А. П. Лукинов, 2012. - 605.
4. Соловьёв, В. В. Основы робототехники и области её применения : учебное пособие / В. В. Соловьёв, Л. О. Лауденшлегер. — Ухта : УГТУ, 2022. — 149 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
5. Вегера, Ж. Г. Основы робототехники : учебное пособие / Ж. Г. Вегера, В. В. Слепцов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2025. — 109 с. — ISBN 978-5-7339-2533-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Воротников С. А. Информационные устройства робототехнических систем : учеб. пособие для вузов по направлению "Механотроника и робототехника" / С. А. Воротников, 2005. - 382.
2. Юревич Е. И. Основы робототехники : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. диплом. специалистов 652000 "Мехатроника и робототехника" ... / Евгений Юревич, 2005. - 401.
3. Робототехника : межвуз. сб. / Ленингр. политехн. ин-т им. М. И. Калинина, 1983. - 167.
4. Робототехника и гибкие автоматизированные производства : в 9 кн.: учеб. пособие для втузов. Кн. 1. Системные принципы создания гибких автоматизированных производств / Игорь Михайлович Макаров, 1986. - 174.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение

2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.