

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе \_\_\_\_\_ Г.Ю. Нагорная

« 16 » 01 2026 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Навигация и управление перемещением

Уровень образовательной программы \_\_\_\_\_ бакалавриат \_\_\_\_\_

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника \_\_\_\_\_

Направленность (профиль) Электротехнические комплексы мехатронных и робототехнических систем

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Срок освоения ОП \_\_\_\_\_ 4 года \_\_\_\_\_

Институт \_\_\_\_\_ Инженерный \_\_\_\_\_

Кафедра разработчик РПД \_\_\_\_\_ Мехатронные и робототехнические системы \_\_\_\_\_

Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_ Мехатронные и робототехнические системы \_\_\_\_\_

Начальник  
учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Семенова Л.У.

Директор института \_\_\_\_\_ Павленко Е.Н.

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_ Малсугенов Р.С.

Черкесск, 2026

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	3
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ РАБОТЫ.....	5
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды деятельности и формы контроля .....	6
4.2.3. Практические занятия .....	8
4.2.4. Лабораторный практикум .....	9
4.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ.....	10
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	11
5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям ...	11
5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям	11
5.3. Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям ..	12
5.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	12
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	13
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	14
7.1. Перечень основной и дополнительной литературы .....	14
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» .....	15
7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение .....	15
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий .....	16
8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся .....	16
8.3. Требования к специализированному оборудованию .....	16
9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	17
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	18

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Навигация и управление перемещением»

- формирование компетенций в области проектирования, программирования и оптимизации систем навигации и управления движением робототехнических комплексов;
- освоение основных технологических средств для осуществления ориентации роботов в пространстве.

При этом *задачами* дисциплины являются:

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- получение комплексного представления о методах навигации роботов: от классических (SLAM, визуальная одометрия) до современных (ИИ-ориентированные подходы);
- формирование навыков работы с программными комплексами (ROS, Gazebo, MATLAB) для моделирования и реализации навигационных систем;
- формирование требований к аппаратной части (лидары, IMU, камеры) и программному обеспечению (алгоритмы PID, MPC, RRT\*) для промышленных робототехнических комплексов;
- изучение современных тенденций в области навигации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Дисциплина «Навигация и управление перемещением» относится к вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули), имеет тесную связь с другими дисциплинами.

2.2. В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП.

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Компьютерное управление беспилотными летательными аппаратами Компьютерное управление беспилотными летательными аппаратами Системы управления приводами	Преддипломная практика

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты освоения образовательной программы (ОП) – компетенции обучающихся определяются требованиями стандарта по направлению подготовки и формируются в соответствии с матрицей компетенций ОП

<b>№ п/п</b>	<b>Номер/индекс компетенции</b>	<b>Наименование компетенции (или ее части)</b>	<b>В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:</b>
1	2	3	4
1.	ПК-2	Способен производить комплексную настройку мехатронных и робототехнических систем, используя программное обеспечение контроллеров и управляющих ЭВМ, их систем управления	ПК 2.1. Выполняет анализ технической документации и функциональных требований к мехатронной или робототехнической системе. ПК 2.2. Определяет состав оборудования, интерфейсы взаимодействия и требования к программно-аппаратной настройке ПК 2.3. Выполняет подключение контроллеров и управляющих ЭВМ, настройку каналов связи и конфигурацию системы

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ РАБОТЫ

Вид работы		Всего часов	Семестры
			№8 часов
1		2	3
<b>Аудиторная контактная работа (всего)</b>		<b>36</b>	<b>36</b>
В том числе:			
Лекции (Л)		12	12
Практические занятия (ПЗ)		12	12
Лабораторные работы (ЛР)		12	12
<b>Внеаудиторная контактная работа</b>		<b>1,7</b>	<b>1,7</b>
В том числе: индивидуальные и групповые консультации		1,7	1,7
<b>Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего)</b>		<b>70</b>	<b>70</b>
Подготовка к практическим занятиям (ПЗ)		10	10
Подготовка к лабораторным занятиям		20	20
Работа с книжными и электронными источниками		20	20
Подготовка к промежуточному контролю (ППК)		20	20
<b>Промежуточная аттестация (включая СРО)</b>	Зачет (3)	<b>0,3(3)</b>	<b>0,3(3)</b>
<b>ИТОГО: Общая трудоемкость</b>			
часов		108	108
зач. ед.		3	3

## 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды деятельности и формы контроля

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела дисциплины	Виды деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущей и промежуточной аттестации
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	8	Раздел 1. Введение, кинематика, сенсоры.	2		4	10	16	Текущий тестовый контроль
2.	8	Раздел 2. Локализация и SLAM, Фильтр Калмана и его модификации	4		4	20	28	
3.	8	Раздел 3. Визуальная одометрия	2	6	2	10	20	
4.	8	Раздел 4. ИИ в навигации	2	6	2	20	30	
5.	8	Раздел 5. Промышленное применение навигации	2		-	10	12	
6.	8	Внеаудиторная контактная работа					1,7	Индивидуальные и групповые консультации
7.	8	Промежуточная аттестация					0,3	Зачет
<b>ИТОГО:</b>			<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>70</b>	<b>108</b>	

### 4.2.2. Лекционный курс

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы лекции	Содержание лекции	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Семестр 8</b>				
1.	Раздел 1. Введение, кинематика, сенсоры.	<b>Лекция 1.</b> Введение в навигацию роботов. Обратная кинематика манипуляторов во взаимодействии с подвижными объектами Сенсоры для навигации.	Классификация систем навигации: абсолютная, относительная, локальная, глобальная; - Примеры применения: AGV, дроны, подводные роботы. - Ключевые проблемы навигации: шумы сенсоров, динамическая среда. Решение обратной задачи для 6-осевых роботов. - Методы оптимизации: псевдообратная матрица Якоби. - Примеры в ROS MoveIt и MATLAB. - Принципы работы лидаров, камер, IMU, GPS. - Сравнение точности и надежности сенсоров. - Калибровка и синхронизация данных от разных сенсоров.	2
2.	Раздел 2. Локализация и	<b>Лекция 2.</b> Локализация и SLAM	- Алгоритмы SLAM: gmapping, Cartographer, ORB-SLAM3. - Роль	2

	SLAM, Фильтр Калмана и его модификации Раздел 3. Визуальная одометрия	Фильтр Калмана и его модификации Управление движением мобильных роботов	ROS в реализации SLAM-систем. - Проблема дрейфа в одометрии и методы её компенсации. - Базовый фильтр Калмана: математическая модель. - Расширенный (EKF) и ансамблевый (EnKF) фильтры. - Применение в задачах локализации мобильных роботов. - Кинематика дифференциального привода. - Алгоритмы следования по траектории: Pure Pursuit, MPC. - Адаптация к изменяющимся условиям (скольжение, неровные поверхности).	
		<b>Лекция 4.</b> PID-регуляторы в навигации. Модель Predictive Control (MPC)	Принцип работы PID: пропорциональная, интегральная, дифференциальная составляющие. - Настройка коэффициентов методом Циглера-Никольса. - Anti-windup механизмы для предотвращения перерегулирования - Основы MPC: прогнозирование, оптимизация, обратная связь. - Применение для управления дронами и манипуляторами. - Сравнение с классическими методами (PID, LQR).	2
3.	Раздел 3. Визуальная одометрия	<b>Лекция 5.</b> Визуальная одометрия. Обратная кинематика манипуляторов во взаимодействии с подвижными объектами. Навигация в динамических средах Системы управления дронами	- Алгоритмы: ORB-SLAM, VINS-Fusion. - Обработка данных стереокамер и RGB-D сенсоров. - Проблемы при слабой освещенности и динамических объектах. - Решение обратной задачи для 6-осевых роботов. - Методы оптимизации: псевдообратная матрица Якоби. - Примеры в ROS MoveIt и MATLAB. - Алгоритмы избегания препятствий: D* Lite, RRT*. - Учет движения людей и других роботов. - Интеграция с системами безопасности (экстренная остановка). - Архитектура PX4 и ArduPilot. - Планирование маршрутов в 3D-пространстве. - Режимы полета: автономный, полуавтономный, ручной.	2
4.	Раздел 4 ИИ в навигации	<b>Лекция 6.</b> Картографирование в 3D. Безопасность навигационных систем	- Deep Reinforcement Learning для планирования пути. - Нейросетевые модели для прогнозирования препятствий. - Кейсы: обучение робота в симуляторе и перенос на реальное железо. - Использование лидаров Velodyne и RGB-D камер (Intel RealSense). - Алгоритмы обработки точечных облаков (PCL). - Применение в строительстве и инспекции объектов. - Резервирование сенсоров и алгоритмов. - Обработка сбоев: переход на резервные системы. - Стандарты ISO 13849 для промышленных роботов.	2

5.	Раздел 5. Промышленное применение навигации	<b>Лекция 7.</b> Промышленное применение навигации. Будущее навигации	- Amazon Robotics: навигация в логистических центрах. - Boston Dynamics: перемещение в сложных ландшафтах. - Автономные погрузчики: Toyota, KION Group. - Нейроморфные вычисления для ускорения алгоритмов. - Квантовые сенсоры: повышение точности измерений. - Этические аспекты автономных систем: ответственность за решения.	2
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>12</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Содержание практического занятия	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Семестр 8</b>				
1.	Раздел 3. Визуальная одометрия	<b>Тема 1.</b> Визуальная одометрия на основе ORB-SLAM	В результате выполнения практического задания студенты изучат обработку данных стереокамеры в ROS и построение траектории движения робота.	2
		<b>Тема 2.</b> Алгоритм избегания препятствий RRT	В результате выполнения практического задания студенты осvoят интеграцию алгоритма RRT* в ROS Navigation Stack для мобильного робота в динамической среде.	2
		<b>Тема 3.</b> Настройка автономного полета дрона в PX4	В результате выполнения практического задания студенты изучат программирование маршрутов для дрона в симуляторе Gazebo и анализ телеметрии.	2
2.	Раздел 4 ИИ в навигации	<b>Тема 4.</b> Обучение RL-агента для навигации  Создание 3D-карты с помощью лидара	В результате выполнения практического задания студенты осvoят тренировку нейросети для движения робота к цели без столкновений в симуляторе. В результате выполнения практического задания студенты изучат обработку данных лидара Velodyne в PCL и визуализацию 3D-карты.	2
		<b>Тема 5.</b> Анализ отказоустойчивости навигационной системы Разбор кейса: логистические роботы Amazon	В результате выполнения практического задания студенты проанализируют переход на резервные системы при сбое GPS и оценят время реакции. В результате выполнения практического задания студенты изучат архитектуру навигации роботов Amazon Robotics и выявят ключевые технологические решения.	2
		<b>Тема 6.</b> Проектирование системы навигации для Industry 5.0	В результате выполнения практического задания студенты разработают концепт автономного робота с использованием нейроморфных вычислений и оценят его перспективы.	2

<b>ИТОГО часов в семестре:</b>	<b>12</b>
--------------------------------	-----------

#### 4.2.4. Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Семестр 8</b>				
1.	Раздел 1. Введение, кинематика, сенсоры.	1. Анализ систем навигации роботов	В результате выполнения лабораторной работы студенты изучат классификацию систем навигации (абсолютная, относительная, локальная) и проанализируют их применение в кейсах AGV, дронов и подводных роботов.	2
		Калибровка и тестирование сенсоров	В результате выполнения лабораторной работы студенты осваивают методы калибровки лидара и камеры, а также изучают синхронизацию данных с IMU и GPS в симуляторе Gazebo.	2
2.	Раздел 2. Локализация и SLAM, Фильтр Калмана и его модификации	Реализация SLAM-алгоритма	В результате выполнения лабораторной работы студенты изучат настройку алгоритма gmapping в ROS для построения карты помещения на основе данных лидара.	2
		Фильтрация данных с использованием фильтра Калмана	В результате выполнения лабораторной работы студенты осваивают реализацию расширенного фильтра Калмана (EKF) для локализации мобильного робота в MATLAB.	2
3.	Раздел 3. Визуальная одометрия	Управление дифференциальным приводом Решение обратной кинематики для манипулятора Настройка PID-регулятора для стабилизации угла	В результате выполнения лабораторной работы студенты изучат алгоритм Pure Pursuit и применят его для программирования движения робота по заданной траектории. В результате выполнения лабораторной работы студенты осваивают настройку ROS MoveIt для позиционирования схвата 6-осевого робота в заданной точке. В результате выполнения лабораторной работы студенты изучат принципы работы PID-регулятора и применят их для балансировки перевернутого маятника.	2
4.	Раздел 4. ИИ в навигации	Применение MPC для управления дроном	В результате выполнения лабораторной работы студенты осваивают	2

			настройку Model Predictive Control (MPC) для стабилизации высоты квадрокоптера в MATLAB.	
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>12</b>

### 4.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	№ п/п	Виды СРО	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Семестр 8</b>				
1.	Раздел 1. Введение, кинематика, сенсоры.	1.1.	Подготовка к лабораторным занятиям	6
		1.2.	Работа с книжными и электронными источниками	2
		1.3.	Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	2
2.	Раздел 2. Локализация и SLAM, Фильтр Калмана и его модификации	2.1.	Подготовка к практическим занятиям (ПЗ)	5
		2.2.	Подготовка к лабораторным занятиям	5
		2.3.	Работа с книжными и электронными источниками	5
		2.4.	Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	5
3.	Раздел 3. Визуальная одометрия	3.1.	Подготовка к практическим занятиям (ПЗ)	4
		3.2.	Подготовка к лабораторным занятиям	3
		3.3.	Работа с книжными и электронными источниками	2
		3.4.	Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	1
4.	Раздел 4. ИИ в навигации	4.1.	Подготовка к практическим занятиям (ПЗ)	1
		4.2.	Подготовка к лабораторным занятиям	3
		4.3.	Работа с книжными и электронными источниками	8
		4.4.	Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	8
5.	Раздел 5. Промышленное применение навигации	5.1.	Подготовка к лабораторным занятиям	3
		5.2.	Работа с книжными и электронными источниками	3
		5.3.	Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	4
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>70</b>

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям**

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы.

В ходе лекций обучающимся даются рекомендации:

- по ведению конспектирования учебного материала;
- уделяется внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;

- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющей материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой. В случаях пропуска занятия обучающемуся необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.

### **5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям**

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки обучающихся. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение обучающимися лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Методические указания по проведению лабораторных работ включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование; цель работы; предмет и содержание работы; оборудование, технические средства, инструмент; порядок (последовательность) выполнения работы; правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости); общие правила оформления работы; контрольные вопросы и задания; список литературы (по необходимости).

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у обучающихся формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Порядок проведения лабораторных работ в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос обучающихся для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и

усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия

### **5.3. Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям**

Практические занятия – это активная форма учебного процесса. При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, учесть рекомендации преподавателя. Темы теоретического содержания выносятся на практические занятия, предполагают дискуссионный характер обсуждения. Большая часть тем дисциплины носит практический характер, т.е. предполагает выполнение заданий и решение задач, анализ практических ситуаций. Список литературы приведены ниже

### **5.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников – ориентировать обучающегося в системе знаний, умений и владений, которые должны быть усвоены и освоены будущими бакалаврами по данной дисциплине.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	№ семестра	Виды работы	Образовательные технологии	Всего часов
1	2	3	4	5
1.	8	<b>Лекция 4.</b> PID-регуляторы в навигации. Модель Predictive Control (MPC)	<i>Изучение видео- и аудиоматериалами</i>	2
2.		<b>Лекция 5.</b> Визуальная одометрия. Обратная кинематика манипуляторов во взаимодействии с подвижными объектами. Навигация в динамических средах Системы управления дронами	<i>Изучение видео- и аудиоматериалами</i>	2
3.		<b>Лекция 6.</b> Картографирование в 3D. Безопасность навигационных систем	<i>Изучение видео- и аудиоматериалами</i>	2

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

<b>Список основной литературы</b>	
1.	Борисова, И. В. Компьютерное зрение. Цифровая обработка и анализ изображений : учебное пособие / И. В. Борисова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 163 с. — ISBN 978-5-7782-4851-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/156046.html">https://www.iprbookshop.ru/156046.html</a> (дата обращения: 09.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2.	Устройства программного управления в автоматизированном производстве : учебное пособие / А. А. Гончаров, Н. В. Сурба, Е. Н. Велюжинец, Ю. Н. Петренко. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2017. — 272 с. — ISBN 978-985-503-660-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/84923.html">https://www.iprbookshop.ru/84923.html</a> (дата обращения: 09.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3.	Курышкин, Н. П. Основы робототехники : учебное пособие / Н. П. Курышкин, И. С. Сыркин. — 2-е изд. — Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2025. — 178 с. — ISBN 978-5-00137-521-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/155707.html">https://www.iprbookshop.ru/155707.html</a> (дата обращения: 09.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4.	Компьютерное зрение : практикум / П. А. Болдырев, И. З. Каскинов, А. В. Енин, А. А. Белый. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2024. — 105 с. — ISBN 978-5-7410-3317-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/153196.html">https://www.iprbookshop.ru/153196.html</a> (дата обращения: 09.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5	Рулев, А. С. Геоинформационное картографирование и моделирование эрозионных ландшафтов / А. С. Рулев, В. Г. Юферев, М. В. Юферев. — Волгоград : Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт, 2015. — 153 с. — ISBN 978-5-900761-88-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/57936.html">https://www.iprbookshop.ru/57936.html</a> (дата обращения: 09.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6.	Войтович, И. Д. Интеллектуальные сенсоры : учебное пособие / И. Д. Войтович, В. М. Корсунский. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 1163 с. — ISBN 978-5-4497-2399-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/133940.html">https://www.iprbookshop.ru/133940.html</a> (дата обращения: 09.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
<b>Список дополнительной литературы</b>	
1	Электромеханические и программные системы рулевого управления электрической беспилотной сельскохозяйственной платформы : монография / Е. О. Гаранин, И. В. Гурин, Г. М. Израелян [и др.]. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2023. — 106 с. — ISBN 978-5-7890-2180-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/144966.html">https://www.iprbookshop.ru/144966.html</a> (дата обращения: 09.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <a href="https://doi.org/10.23682/144966">https://doi.org/10.23682/144966</a>

2	Программно-аппаратный комплекс визуально-измерительного контроля стальных канатов на основе компьютерного зрения и искусственного интеллекта : монография / А. В. Панфилов, Б. Ч. Месхи, А. А. Короткий [и др.]. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2023. — 131 с. — ISBN 978-5-7890-2115-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/144944.html">https://www.iprbookshop.ru/144944.html</a> (дата обращения: 09.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <a href="https://doi.org/10.23682/144944">https://doi.org/10.23682/144944</a>
3.	Гужов, В. И. Методы измерения 3D-профиля объектов. Фазовые методы : учебное пособие / В. И. Гужов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 83 с. — ISBN 978-5-7782-2727-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/91701.html">https://www.iprbookshop.ru/91701.html</a> (дата обращения: 09.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://window.edu.ru>- Единое окно доступа к образовательным ресурсам;
2. <http://fcior.edu.ru> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;
3. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

## 7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение

Лицензионное программное обеспечение	Реквизиты лицензий/ договоров
MS Office 2003, 2007, 2010, 2013	Сведения об Open Office: 63143487, 63321452, 64026734, 6416302, 64344172, 64394739, 64468661, 64489816, 64537893, 64563149, 64990070, 65615073 Лицензия бессрочная
Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite	Лицензионный сертификат Срок действия: с 24.12.2024 до 25.12.2025
Консультант Плюс	Договор № 272-186/С-25-01 от 30.01.2025 г.
Цифровой образовательный ресурс IPR SMART	Лицензионный договор № 12873/25П от 02.07.2025 г. Срок действия: с 01.07.2025 г. до 30.06.2026 г.
Бесплатное ПО	
Sumatra PDF, 7-Zip	

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий**

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:

- набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации: проектор, экран, ноутбук;
- специализированная мебель: стол преподавательский, стул для преподавателя, стол ученический, стул ученический, доска ученическая, тумба кафедры.

2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнение курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории: переносной проектор, переносной настенный экран, ноутбук, системный блок, монитор, плоттер, МФУ;
- специализированная мебель: стол преподавательский, стул для преподавателя, стол ученический, стул ученический, стол компьютерный, доска ученическая.

3. Помещение для самостоятельной работы.

Библиотечно-издательский центр.

Отдел обслуживания печатными изданиями: комплект проекционный, мультимедийный оборудование: экран настенный, проектор, ноутбук; рабочие столы на 1 место, стулья.

Отдел обслуживания электронными изданиями: интерактивная система, монитор, сетевой терминал, персональный компьютер, МФУ, принтер, рабочие столы на 1 место; стулья.

Информационно-библиографический отдел: персональный компьютер, сканер, МФУ, рабочие столы на 1 место, стулья.

### **8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся**

1. Рабочее место преподавателя, оснащенное ноутбуком.

2. Рабочее место обучающегося, оснащенное компьютером с доступом к сети «Интернет», для работы в электронных образовательных средах, а также для работы с электронными учебниками.

### **8.3. Требования к специализированному оборудованию**

отсутствуют

## **9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Для обеспечения образования инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается (в случае необходимости) адаптированная образовательная программа, индивидуальный учебный план с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, в частности применяется индивидуальный подход к освоению дисциплины, индивидуальные задания: рефераты, письменные работы и, наоборот, только устные ответы и диалоги, индивидуальные консультации, использование диктофона и других записывающих средств для воспроизведения лекционного и семинарского материала.

В целях обеспечения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья комплектуется фонд основной литературой, адаптированной к ограничению электронных образовательных ресурсов, доступ к которым организован в БИЦ Академии. В библиотеке проводятся индивидуальные консультации для данной категории пользователей, оказывается помощь в регистрации и использовании сетевых и локальных электронных образовательных ресурсов, предоставляются места в читальном зале.

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

## Навигация и управление перемещением

### 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Индекс	Формулировка компетенции
ПК-2	Способен производить комплексную настройку мехатронных и робототехнических систем, используя программное обеспечение контроллеров и управляющих ЭВМ, их систем управления

### 2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися.

Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

Разделы (темы ) дисциплины	Формируемые компетенции (коды)
	ПК-2
Раздел 1. Введение, кинематика, сенсоры.	+
Раздел 2. Локализация и SLAM, Фильтр Калмана и его модификации	+
Раздел 3. Визуальная одометрия	+
Раздел 4. ИИ в навигации	+
Раздел 5. Промышленное применение навигации	+

### 3. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Планируемые результаты обучения (показатели)	Критерии оценивания результатов обучения				Средства оценивания результатов обучения	
достижения заданного уровня освоения компетенций)	неудовлетв	удовлетв	хорошо	отлично	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ПК 2.1. Выполняет анализ технической документации и функциональных требований к мехатронной или робототехнической системе.	Допускает существенные ошибки при выполнении анализа технической документации и функциональных требований к мехатронной или робототехнической системе.	Демонстрирует частичные знания: при выполнении анализа технической документации и функциональных требований мехатронной или робототехнической системе.	Демонстрирует знания при выполнении анализа технической документации и функциональных требований мехатронной или робототехнической системе.	Полное владение знаниями при выполнении анализа технической документации и функциональных требований к мехатронной или робототехнической системе.	Текущий тестовый контроль	Зачет
ПК 2.2. Определяет состав оборудования, интерфейсы взаимодействия и требования к программно-аппаратной настройке	Не умеет и не готов определять состав оборудования, интерфейсы взаимодействия и требования к программно-аппаратной настройке систем	Демонстрирует частично умение: определять состав оборудования, интерфейсы взаимодействия и требования к программно-аппаратной настройке систем	Демонстрирует умение: определять состав оборудования, интерфейсы взаимодействия и требования к программно-аппаратной настройке систем	Готов и умеет: определять состав оборудования, интерфейсы взаимодействия и требования к программно-аппаратной настройке систем	Текущий тестовый контроль	Зачет
ПК 2.3. Выполняет подключение контроллеров и управляющих ЭВМ, настройку каналов связи и конфигурацию системы	Не умеет и не готов выполнять подключение контроллеров и управляющих ЭВМ, настройку каналов связи и конфигурацию системы	Демонстрирует частичное умение: выполнения подключения контроллеров и управляющих ЭВМ, настройку каналов связи и конфигурацию системы	Демонстрирует умение: выполнения подключения контроллеров и управляющих ЭВМ, настройку каналов связи и конфигурацию системы	Готов и умеет: выполнять подключение контроллеров и управляющих ЭВМ, настройку каналов связи и конфигурацию системы	Текущий тестовый контроль	Зачет

## 4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра «Мехатронные и робототехнические системы»

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра МиРС

### Перечень вопросов к зачету

по дисциплине Компьютерное управление мехатронными и робототехническими системами

1. В чем заключается основная задача навигации мобильных роботов и из каких ключевых этапов она состоит?
2. Какие типы сенсоров относятся к проприоцептивным, а какие к экстероцептивным? Приведите примеры.
3. В чем суть задачи обратной кинематики (Inverse Kinematics) применительно к манипуляторам?
4. Каковы основные проблемы использования лидаров (LIDAR) и камер в условиях плохой видимости или зеркальных поверхностей?
5. Как формулируется задача взаимодействия манипулятора с подвижным объектом (например, захват движущейся детали)?
6. Что такое локализация робота и чем глобальная локализация отличается от отслеживания позы (pose tracking)?
7. Раскройте понятие SLAM (Simultaneous Localization and Mapping). В чем заключается проблема «журицы и яйца» в SLAM?
8. Что такое «замыкание цикла» (Loop Closure) в алгоритмах SLAM и зачем оно необходимо?
9. Объясните общий принцип работы фильтра Калмана (этапы предсказания и коррекции).
10. В чем отличие Расширенного фильтра Калмана (ЕКФ) от линейного фильтра Калмана?
11. Каковы особенности кинематической модели дифференциального привода (differential drive) при управлении движением?
12. Как работает ПИД-регулятор? Опишите роль Пропорциональной, Интегральной и Дифференциальной составляющих.
13. Какую проблему решает интегральная составляющая в ПИД-регуляторе?
14. В чем заключается принцип модельно-прогнозирующего управления (МРС - Model Predictive Control)?
15. Каковы основные преимущества МРС перед классическим ПИД-регулятором при движении по сложным траекториям?

16. Что такое функция стоимости (cost function) в алгоритмах MPC и какие параметры она обычно оптимизирует?
17. Что такое визуальная одометрия и чем она отличается от колесной одометрии?
18. Какие ключевые этапы обработки изображения (например, детекция признаков) необходимы для работы алгоритмов визуальной навигации?
19. Какие основные проблемы возникают при навигации роботов в динамических средах (среди людей или других машин)?
20. Как учитывается прогнозирование траектории движения объекта при расчете обратной кинематики манипулятора в реальном времени?
21. В чем специфика систем управления дронами (БПЛА) по сравнению с наземными роботами (степени свободы, инерция)?
22. Какие форматы данных используются для 3D-картографирования (облака точек, воксельные сетки, OctoMap)?
23. Как решается задача фильтрации шумов при построении 3D-карт местности?
24. Что подразумевается под функциональной безопасностью навигационных систем?
25. Какие существуют механизмы аварийной остановки и обхода препятствий (fail-safe) в автономных системах?
26. В чем разница между AGV (автоматически управляемыми тележками) и AMR (автономными мобильными роботами) в промышленности?
27. Что такое сенсорная фузьюжн (Sensor Fusion) и почему она критична для надежной навигации?
28. Каковы основные вызовы при внедрении навигационных систем на промышленных складах (ангарах)?
29. Как искусственный интеллект и нейросети (Deep Learning) меняют подходы к навигации и распознаванию сцен?
30. Каковы перспективы развития групповой робототехники (роевого интеллекта) в контексте совместной навигации?

### **Критерии оценки:**

Оценка **«зачтено»** выставляется за глубокое знание предусмотренного программой материала, содержащегося в основных и дополнительных рекомендованных литературных источниках, за умение четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы, за умение анализировать изучаемые явления в их взаимосвязи и диалектическом развитии, применять теоретические положения при решении практических задач.

Оценка **«не зачтено»** - за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за незнание основных понятий дисциплины.

# Комплект тестовых заданий

по дисциплине «Навигация и управление перемещением»

## 1. Что такое навигация роботов?

- а) Процесс программирования движений робота.
- б) Способность робота определять свое местоположение и планировать маршрут
- в) Система датчиков, обеспечивающая зрение робота.
- г) Механизм, отвечающий за физическое перемещение робота.

## 2. Какую задачу решает обратная кинематика манипулятора?

- а) Определяет положение конечного звена (схвата) по заданным углам в суставах.
- б) Определяет необходимые углы в суставах для достижения заданного положения и ориентации конечного звена (схвата).
- в) Рассчитывает скорость движения каждого звена манипулятора.
- г) Анализирует силы, действующие на манипулятор.

## 3. При взаимодействии с подвижным объектом, что должна учитывать система управления манипулятором в первую очередь?

- а) Цвет и размер объекта.
- б) Траекторию и скорость движения объекта.
- в) Вес манипулятора.
- г) Температуру окружающей среды.

## 4. Какой сенсор используется для измерения угловой скорости и ориентации робота?

- а) Акселерометр.
- б) Лидар.
- в) Гироскоп]
- г) Сопротивление.

## 5. Какой тип сенсоров наиболее эффективен для построения точной карты большого помещения, в том числе в условиях плохой освещенности?

- а) Камера
- б) Инфракрасные датчики.
- в) Ультразвуковые датчики.
- г) Лидар (лазерный дальномер).

## 6. Что означает аббревиатура SLAM?

- а) Simultaneous Localization and Mapping (Одновременная локализация и построение карты).[9]
- б) Strategic Localization and Movement (Стратегическая локализация и движение).
- в) Sensor Logic and Actuator Management (Сенсорная логика и управление приводами).
- г) Systematic Learning and Adaptation Module (Модуль систематического обучения и адаптации).

**7. Какова основная цель алгоритмов SLAM?**

- а) Только построение карты неизвестной местности.
- б) Только определение местоположения робота на известной карте.
- в) Одновременное построение карты и определение местоположения робота на ней.
- г) Управление скоростью движения робота.

**8. Для чего в робототехнике применяется фильтр Калмана?**

- а) Для увеличения мощности двигателей.
- б) Для оценки состояния системы (например, положения и скорости) путем фильтрации шумов и объединения данных с различных сенсоров.
- в) Для выбора наиболее эффективного алгоритма планирования пути.
- г) Для сжатия данных, получаемых с камер.

**9. В чем заключается основное отличие Расширенного фильтра Калмана (ЕКФ) от классического фильтра Калмана?**

- а) ЕКФ работает только с линейными системами.
- б) ЕКФ может работать с нелинейными системами за счет линеаризации.
- в) ЕКФ использует большее количество датчиков.
- г) ЕКФ не требует информации о шумах в системе.

**10. Какой из подходов к управлению движением мобильных роботов предполагает избегание столкновений путем создания "потенциального поля" вокруг препятствий?**

- а) Метод следования по траектории.
- б) Метод искусственных потенциальных полей.
- в) Поведение-ориентированное управление.
- г) Вероятностные методы.

**11. Что представляет собой ПИД-регулятор?**

- а) Устройство для измерения физических величин.
- б) Алгоритм обратной связи, используемый для управления системой, чтобы она достигала и поддерживала желаемое состояние.
- в) Метод построения трехмерных карт.
- г) Тип сенсора для определения расстояния.

**12. Какая компонента ПИД-регулятора отвечает за реакцию на текущую ошибку (разницу между желаемым и текущим состоянием)?**

- а) Пропорциональная (P).
- б) Интегральная (I).
- в) Дифференциальная (D).
- г) Все три компоненты в равной степени.

**13. Что делает интегральная (I) компонента в ПИД-регуляторе?**

- а) Ускоряет реакцию системы на изменение ошибки.
- б) Устраняет накопленную статическую ошибку.
- в) Предсказывает будущую ошибку.
- г) Снижает чувствительность к шумам.

**14. В чем заключается основной принцип работы Model Predictive Control (MPC)?**

- а) MPC использует модель системы для предсказания ее будущего поведения и на основе этого выбирает оптимальные управляющие воздействия.
- б) MPC реагирует только на прошлые ошибки системы.
- в) MPC является упрощенной версией ПИД-регулятора.
- г) MPC не требует математической модели управляемого объекта.

**15. Какое преимущество MPC перед ПИД-регулятором?**

- а) Простота настройки.
- б) Способность напрямую учитывать ограничения на управляющие сигналы и состояние системы.
- в) Меньшие вычислительные затраты.
- г) Работает без обратной связи.

**16. Что такое визуальная одометрия?**

- а) Метод определения местоположения с помощью GPS.
- б) Процесс оценки перемещения и ориентации робота путем анализа последовательности изображений с камеры.
- в) Способ калибровки камер робота.
- г) Технология распознавания образов на изображениях.

**17. Какое из утверждений об обратной кинематике для подвижных объектов является верным?**

- а) Задача не имеет решения, так как объект движется.
- б) Необходимо в реальном времени отслеживать объект и пересчитывать траекторию манипулятора для перехвата или сопровождения.
- в) Достаточно один раз рассчитать положение объекта.
- г) Используются только данные с энкодеров манипулятора.

**18. Какая основная сложность навигации в динамических средах?**

- а) Необходимость строить карту только один раз.
- б) Постоянное изменение окружения из-за движущихся объектов (людей, других роботов), что требует постоянного обновления карты и перепланирования маршрута.
- в) Высокая стоимость сенсоров.
- г) Ограниченная мощность аккумуляторов робота.

**19. Какой элемент системы управления дроном отвечает за стабилизацию его полета и удержание горизонта?**

- а) GPS-модуль.
- б) Полетный контроллер с гироскопом и акселерометром.
- в) Камера.
- г) Электронные регуляторы скорости (ESC).

**20. Что такое "Fail-Safe" в системе управления дроном?**

- а) Режим максимальной скорости полета.
- б) Функция автоматического возврата на точку взлета при потере сигнала с пульта

управления.

- в) Система предотвращения столкновений.
- г) Режим ручного управления без помощи электроники.

**21. Какой датчик является ключевым для построения плотных и точных 3D-карт местности?**

- а) Гироскоп.
- б) 2D-лидар.
- в) RGB-камера.
- г) 3D-лидар или камера глубины (RGB-D).

**22. Какой метод используется для объединения нескольких 3D-сканов (облаков точек) в единую карту?**

- а) Фильтрация Калмана.
- б) Алгоритм ICP (Iterative Closest Point) или его вариации.
- в) ПИД-регулирование.
- г) Обратная кинематика.

**23. Какая из перечисленных угроз НЕ является типичной для безопасности навигационных систем?**

- а) GPS-спуфинг (подмена GPS-сигнала).
- б) Помехи в работе сенсоров (например, засветка камер или лидаров).
- в) Взлом системы управления для перехвата контроля над роботом.
- г) Естественный износ механических частей робота.

**24. Что такое GPS-спуфинг?**

- а) Временная потеря GPS-сигнала.
- б) Передача ложных GPS-сигналов с целью обмануть приемник и заставить его неверно определить свое местоположение.
- в) Усиление GPS-сигнала для повышения точности.
- г) Шифрование GPS-данных.

**25. Где в промышленности активно применяются мобильные роботы с продвинутыми системами навигации?**

- а) Только в научно-исследовательских лабораториях.
- б) На складах для автоматической транспортировки товаров (AGV/AMR).
- в) В офисах для доставки кофе.
- г) В сельском хозяйстве для ручного сбора урожая.

**26. Какая технология навигации чаще всего используется на современных автоматизированных складах?**

- а) Движение по магнитным лентам на полу.
- б) SLAM на основе лидаров или камер для автономной навигации без специальной разметки.
- в) Управление оператором с помощью пульта.
- г) GPS-навигация.

**27. Какая тенденция прослеживается в будущем развитии систем навигации?**

- а) Упрощение алгоритмов до уровня простых рефлексов.
- б) Отказ от использования сенсоров.
- в) Использование искусственного интеллекта и глубокого обучения для лучшего понимания сцены, предсказания движения динамических объектов и более надежной навигации.
- г) Возврат к системам, полностью управляемым человеком.

**28. Что такое "кооперативная навигация"?**

- а) Навигация одного робота под управлением нескольких операторов.
- б) Метод, при котором группа роботов обменивается информацией о своем местоположении и данных с сенсоров для улучшения общей точности навигации.
- в) Соревнование между роботами на скорость прохождения маршрута.
- г) Навигация с использованием только одной камеры.

**29. Какое влияние окажет развитие сетей 5G на навигацию роботов?**

- а) Никакого, так как навигация происходит локально.
- б) Позволит перенести часть тяжелых вычислений (например, для SLAM) в облако, уменьшив требования к бортовому компьютеру робота.
- в) Увеличит вес роботов за счет новых модемов.
- г) Снизит точность GPS.

**30. Какая технология позволяет роботу обучаться навигации, основываясь на собственном опыте, подобно человеку?**

- а) ПИД-регулирование.
- б) Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning).
- в) Фильтр Калмана.
- г) Прямая кинематика.

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, за более 60% правильно выполненных заданий.;
- оценка «не зачтено» за менее 60% правильно выполненных заданий..

## 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания компетенции

№ п.п.	Оценочное средство	Процедура оценивания (методические рекомендации)
1.	Тесты	являются простейшей форма контроля, направленная на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест состоит из небольшого количества элементарных задач; может предоставлять возможность выбора из перечня ответов; занимает часть учебного занятия (10–30 минут); правильные решения разбираются на том же или следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем
2.	Зачет	служит формой проверки качества усвоения обучающимися учебного материала

Данные формы контроля осуществляются с привлечением разнообразных технических средств. Технические средства контроля могут содержать: программы компьютерного тестирования, учебные задачи, комплексные ситуационные задания.

В понятие технических средств контроля может входить оборудование, используемое обучающимся при лабораторных работах и иных видах работ, требующих практического применения знаний и навыков в учебно-производственной ситуации, овладения техникой эксперимента. В отличие от производственной практики лабораторные и подобные им виды работ не предполагают отрыва от учебного процесса, представляют собой моделирование производственной ситуации и подразумевают предъявление обучающимся практических результатов индивидуальной или коллективной деятельности.

Однако, контроль с применением технических средств имеет ряд недостатков, т.к. не позволяет отследить индивидуальные способности и креативный потенциал обучающегося. В этом он уступает письменному и устному контролю. Как показывает опыт некоторых вузов - технические средства контроля должны сопровождаться устной беседой с преподавателем.

Информационные системы и технологии (ИС) оценивания качества учебных достижений обучающихся являются важным сегментом информационных образовательных систем, которые получают все большее распространение в вузах при совершенствовании (информатизации) образовательных технологий. Программный инструментальный (оболочка) таких систем в режиме оценивания и контроля обычно включает: электронные обучающие тесты, электронные аттестующие тесты, электронный практикум, виртуальные лабораторные работы и др.

Электронные обучающие и аттестующие тесты являются эффективным средством контроля результатов образования на уровне знаний и понимания.

Режим обучающего, так называемого репетиционного, тестирования служит, прежде всего, для изучения материалов дисциплины и подготовке обучающегося к аттестующему тестированию, он позволяет обучающемуся лучше оценить уровень своих знаний и определить, какие вопросы нуждаются в дополнительной проработке. В обучающем режиме особое внимание должно быть уделено формированию диалога пользователя с системой, путем задания вариантов реакции системы на различные действия обучающегося при прохождении теста. В результате обеспечивается высокая степень интерактивности электронных учебных материалов, при которой система предоставляет обучающемуся

возможности активного взаимодействия с модулем, реализуя обучающий диалог с целью выработки у него наиболее полного и адекватного знания сущности изучаемого материала

Аттестующее тестирование знаний обучающихся предназначено для контроля уровня знаний и позволяет автоматизировать процесс текущего контроля успеваемости, а также промежуточной аттестации.