



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
**(ДФУ)**

---

---

**ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
Мехатроника и робототехника

В.Ф. Филаретов  
(Ф.И.О. рук. ОП)

«15» декабря 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента  
автоматики и робототехники

В.Ф. Филаретов  
(Ф.И.О. )

«15» декабря 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Промышленные и мобильные роботы  
**Направление подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника**  
магистерская программа «Мехатроника и робототехника»  
**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 1

лекции – не предусмотрено учебным планом

практические занятия 36 час.

лабораторные работы – не предусмотрено учебным планом

всего часов аудиторной нагрузки 36 час.

в том числе с использованием МАО 12 час.

самостоятельная работа 108 час.

в том числе на подготовку к экзамену – 45

контрольные работы – не предусмотрено учебным планом

курсовая работа / курсовой проект – не предусмотрено учебным планом

зачет – не предусмотрено учебным планом

экзамен 1 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14 августа 2020 г. №1023.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента автоматике и робототехники, протокол № 3 от «15» декабря 2021 г.

Директор департамента В.Ф. Филаретов

Составитель (ли): к.т.н. А.С. Губанков

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация дисциплины «Промышленные и мобильные роботы»**

Дисциплина «Промышленные и мобильные роботы» реализуется на 1 курсе направления подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», магистерская программа «Мехатроника и робототехника». Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана, является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.01.01).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа (4 з.е.). Учебным планом предусмотрены практические занятия (36 час.), самостоятельная работа студентов (108 час., в том числе на подготовку к экзамену – 45 час.). Дисциплина реализуется на 1 курсе в 1 семестре. Форма контроля – экзамен.

**Целью** дисциплины является изучение видов, назначения, общих принципов работы промышленных и мобильных роботов, а также их современных датчиков и устройств управления. Развить у студентов навыки анализа и синтеза различных робототехнических и мехатронных систем.

### **Задачи** дисциплины:

1. Научить студентов правильно использовать основные термины и понятия в области робототехники.
2. Изучить классификацию и особенности элементов робототехнических систем.
3. Изучить виды и схемы исполнительных приводов роботов.
4. Изучить кинематику и динамику различные типов роботов.
5. Выработать умение правильно выбирать элементы для конкретных роботов и манипуляторов.

Для успешного изучения дисциплины «Промышленные и мобильные роботы» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

- владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций).

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускник	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Профессиональные навыки	ПК-3 Способен анализировать варианты компоновок мехатронных и робототехнических систем	ПК-3.1 Анализирует принципы работы и технические характеристики модулей мехатронных и робототехнических систем. ПК-3.2 Предлагает и обосновывает варианты компоновок мехатронных и робототехнических систем. ПК-3.3 Владеет методами анализа существующих мехатронных и робототехнических систем, используемых для решения аналогичных задач.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Промышленные и мобильные роботы» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: «практическое занятие – развернутая беседа» с обсуждением решенной задачи, «диспут на занятии».

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (0 ЧАС.)

Не предусмотрено учебным планом.

## II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА Практические занятия (36 час.)

### Занятие 1. Матрицы поворота (4 час.)

1. Использование матриц поворота вокруг.
2. Геометрический смысл и свойства матриц поворота.

### Занятие 2. Представление Денавита-Хартенберга (4 час.)

Использование представления Денавита-Хартенберга для формирования систем координат звеньев.

### **Занятие 3. Решение обратной задачи кинематики (4 час.)**

1. Существующие подходы к решению обратной задачи кинематики.
2. Описание геометрического подхода к решению обратной задачи кинематики.
3. Решение обратной задачи кинематики для шестистепенного манипулятора типа ПУМА.

### **Занятие 4. Динамика шестистепенного манипулятора (4 час.)**

1. Описание динамики шестистепенного манипулятора типа ПУМА.
2. Описание динамики шестистепенного манипулятора типа ПУМА с использованием рекуррентных соотношений.

### **Занятие 5. Планирование траекторий (4 час.)**

1. Планирование траекторий манипулятора многозвенного робота.
2. Планирование траекторий движения роботов.

### **Занятие 6. Датчики роботов (4 час.)**

1. Датчики измерения в дальней зоне.
2. Ультразвуковые датчики.
3. Оптические датчики измерений в ближней зоне.
4. Тактильные датчики.
5. Принципы силомоментного очувствления.

### **Занятие 7. Техническое зрение роботов (4 час.)**

1. Использование систем технического зрения в робототехнике.
2. Методы распознавания образов.
3. Проведение контуров и определение границ.
4. Определение координат трехмерных объектов на основе технического зрения.

**Занятие 8. Современные информационно-управляющие системы в мехатронной сборочной линии FESTO: станция «Distribution» (4 час.)**

В ходе выполнения задания студенты изучают, собирают и программируют информационно-управляющую систему станции «Distribution».

### **Занятие 9. Современные информационно-управляющие системы в мехатронной сборочной линия FESTO: станция «Processing» (4 час.)**

В ходе выполнения задания студенты изучают, собирают и программируют информационно-управляющую систему станции «Processing».

### **Лабораторные работы**

Не предусмотрено учебным планом

## **I. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине научно-исследовательский семинар «Проблемы управления мехатронными и робототехническими системами» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- рекомендации по самостоятельной работе студентов;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы;
- примерная тематика докладов.

## **II. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Матрицы поворота	ПК-3	знает	дискуссия (УО-4)	экзамен, вопросы 1-4 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-	экзамен

				11), лабораторная работа (ПР-6)	
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
2	Представление Де-навита-Хартенберга	ПК-3	знает	дискуссия (УО-4)	экзамен, вопросы 5-8 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
3	Решение обратной задачи кинематики	ПК-3	знает	дискуссия (УО-4)	экзамен, вопросы 9-11 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
4	Динамика шестистепенного манипулятора	ПК-3	знает	дискуссия (УО-4)	экзамен, вопросы 12-15 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен

				вые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
5	Планирование траекторий	ПК-3	знает	дискуссия (УО-4)	экзамен, вопросы 16-19 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
6	Датчики роботов	ПК-3	знает	дискуссия (УО-4)	экзамен, вопросы 20-23 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
7	Техническое зрение роботов	ПК-3	знает	дискуссия (УО-4)	экзамен, вопросы 24-26 из перечня типовых вопросов

			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
8	Современные информационно-управляющие системы в мехатронной сборочной линии FESTO: станция «Distribution»	ПК-3	знает	дискуссия (УО-4)	экзамен, вопросы 27-29 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
9	Современные информационно-управляющие системы в мехатронной сборочной линии FESTO: станция «Processing»	ПК-3	знает	дискуссия (УО-4)	экзамен, вопросы 30-32 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11), лабораторная работа (ПР-6)	экзамен

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **I. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов, Москва: Высшая школа, 2010, 791 с. (13 экз.). - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:357380&theme=FEFU>
2. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник / А. Г. Схиртладзе, В. Н. Воронов, В. П. Борискин, Старый Оскол: ТНТ , 2009, 611 с. (12 экз.). - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:382464&theme=FEFU>
3. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие для вузов / А. А. Иванов. Москва: Форум, 2017, 224 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/795655>
4. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007, 447 с. (10 экз.). - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:385540&theme=FEFU>
5. Подураев, Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.В. Подураев. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2007. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/806>
6. Филаретов В.Ф. Линейная теория автоматического управления / В.Ф. Филаретов. – Владивосток: ДВГТУ, 2010. – 116 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381426&theme=FEFU>

7. Бессмертный И.А. Искусственный интеллект. Учебное пособие – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. 132 с. <https://e.lanbook.com/book/43663>

**Дополнительная литература**  
(печатные и электронные издания)

1. Колюх В.Л. Основы робототехники : учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. -282 с.
2. Стельмашук С.В. Программирование динамических структур в задачах управления робототехническими системами: учебное пособие. – Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, 2007. -121 с.
3. Siciliano B., Khatib O. Handbooks of robotics. – Springer, 2008. – 1628p.
4. Вукобратович М., Стокич Д. Управление манипуляционными роботами. – М.: Наука, 1985. – 384 с.
5. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления манипуляционными роботами. – М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2004. – 478 с.
6. Шахинпур М. Курс робототехники. – М.: Мир, 1990.- 527 с.
7. Воробьев Е.И. Механика роботов (в 3-х книгах) / Под ред. К.В. Фролова. Учебн. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1989. – 383 с.
8. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем. – М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2005 . – 384 с.
9. Craig J.J. Introduction to robotics: mechanics and control. – Prentice Hall, 2003. – 450 p.
10. Munro N., Lewis F. Robot manipulator control: theory and practice. – Marcel Dekker, Inc: New York, 2005. – 614 p.
11. Хорн Б.П. Зрение роботов. –Москва: Мир, 1989.– 488 с.
12. <http://window.edu.ru/resource/700/20700> - Мартыненко Ю.Г. Динамика мобильных роботов // Соросовский образовательный журнал, 2000, №5, с. 110-116.
13. <http://window.edu.ru/resource/221/55221> – Зацепин М.Ф., Мартыненко Ю.Г., Тиньков Д.В. Уравнения Лагранжа, Воронца, Чаплыгина в задачах

динамики мобильных роботов: Методическое пособие. - М.: Издательство МЭИ, 2005. - 32 с.

14. <http://window.edu.ru/resource/926/69926> - Юревич Е.И. Основы проектирования техники: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2012. - 134 с.

15. <http://window.edu.ru/resource/684/78684> - Тертычный-Даури В.Ю. Динамика робототехнических систем: Учебное пособие. - СПб.: НИУ ИТМО, 2012. - 128 с.

16. <http://window.edu.ru/resource/439/73439> Григорьев В.В., Быстров С.В., Бойков В.В., Болтунов Г.И., Мансурова О.К. Цифровые системы управления: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. – 133 с.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com/>
3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>
4. [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc) – Справочный материал по техническим характеристикам и языку программирования контроллеров Arduino
5. [www.cta.ru](http://www.cta.ru) – сайт журнала «Современные технологии автоматизации».
6. <http://myrobot.ru/> - сайт, содержащий информацию об использовании микроконтроллеров, для создания мобильных роботов

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Microsoft Word,
2. Microsoft Excel,
3. MATLAB,
4. Microsoft Internet Explorer,
5. Siemens Step7.

## **II. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины отводится 36 часа аудиторных занятий (практические занятия) и 72 часа самостоятельной работы.

При изучении дисциплины необходимо выявить основные области применения мехатронных и робототехнических систем в современной технике.

Развитие мехатронных и робототехнических систем в современной технике обусловлено спецификой выполняемых ими задач. При этом любая задача может быть решена с помощью различных типов информационно-управляющих систем с разной эффективностью.

При изучении данной дисциплины используются учебные пособия, которые доступны в фондах НБ ДВФУ в соответствующих разделах.

### **Требования к представлению и оформлению результатов работы**

Изложение выполненного задания должно быть сжатым, ясным и сопровождаться цифровыми данными и рисунками, если требуется.

Материал в пояснительных записках к лабораторным и практическим работам представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Отчет по заданию выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4.

Основная часть и приложения нумеруются сплошной нумерацией. Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием, 14 шрифтом. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

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

Специализированные учебные аудитории кампуса ДВФУ.

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	5 неделя (6 семестр)	Выполнение практической работы №1	5 ч.	Защита работы
2	8 неделя (6 семестр)	Выполнение практической работы №2	5 ч.	Защита работы
3	9 неделя (6 семестр)	Выполнение практической работы №3	5 ч.	Защита работы
4	10 неделя (6 семестр)	Выполнение практической работы №4	5 ч.	Защита работы
5	11 неделя (6 семестр)	Выполнение практической работы №5	5 ч.	Защита работы
6	13 неделя (6 семестр)	Выполнение практической работы №6	5 ч.	Защита работы
7	13 неделя (6 семестр)	Выполнение практической работы №7	5 ч.	Защита работы
8	17 неделя (6 семестр)	Выполнение практической работы №8	5 ч.	Защита работы
9	18 неделя (6 семестр)	Выполнение практической работы №9	5 ч.	Защита работы

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов представлена в виде изучения соответствующей литературы в процессе выполнения индивидуальных заданий.

Существенной ошибкой студентов при работе с учебной литературой является полное медленное чтение без анализа текста. Такой режим чтения литературы малоэффективен, поскольку читатель не концентрирует свое внимание на основных частях текста, не выделяет теоретические положения и основные факты, не анализирует систему доказательств автора, логику его изложения. При таком чтении не происходит совершенствования основных интеллектуальных операций, а информация запоминается с трудом, после неоднократных повторений, и воспроизводится в дальнейшем не оперативно, с пропусками и искажениями.

Важнейшим условием рациональной организации работы с книгой является умение четко сформулировать цели и выбрать оптимальный способ чтения. При этом следует помнить о двух основных целях работы с научной литературой:

- приобретение необходимой информации;
- развитие своих способностей, прежде всего, логической памяти, мышления, внимания.

Оптимизация чтения должна осуществляться путем организации и согласования четырех уровней процесса понимания: прагматического, синтаксического, семантического и онтологического.

*Прагматический уровень* – рассмотрение чтения в плане установок и отношений к самому процессу и осознания собственных психических состояний, вызываемых текстом. Чтение – это труд и творчество. Данный уровень дает возможность читателю ответить на вопрос для каких целей я это читаю, насколько это полезно и необходимо для меня, что это мне дает?

*Синтаксический уровень* предполагает расширение символьного и словарного запаса, позволяет увеличить мощность и емкость знакового блока внутренней модели мира, формирует способы соотнесения и перехода от одной знаковой системы к другой. Другими словами, данный уровень чтения способствует сознательно или неосознанно развитию у читателя ряда способностей, формируя при этом методологические и гносеологические основы.

*Семантический уровень* предполагает чтение по выявлению смысла на макро и микроуровне, то есть как отдельных частей текста, так и всего текста в целом. Он позволяет выявить логику и сущностные характеристики его. Важной чертой данного уровня является возможность читателя выделить смысл для себя.

*Онтологический уровень* чтения включает анализ целей и его места среди других видов деятельности. Он формирует умения ориентировать и регулировать текущее и перспективное чтение, отбирать материалы для чтения, регулировать и организовывать каждый из четырех уровней. И в целом он помогает свободно ориентироваться в огромном потоке информации.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Изложение выполненного задания должно быть сжатым, ясным и сопровождаться цифровыми данными и рисунками, если требуется.

Материал в реферате представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Отчет по заданию выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4.

Основная часть и приложения нумеруются сплошной нумерацией. Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

### Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

1. 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

2. 8-7 баллов: работа выполнена полностью; допущено одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

3. 7-6 балл: работа выполнена полностью; допущено не более 2 ошибок при оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

4. 6-5 баллов: работа выполнена; допущено три или более трех ошибок в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

### Паспорт ФОС

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускник	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Профессиональные навыки	ПК-3 Способен анализировать варианты компоновок мехатронных и робототехнических систем	ПК-3.1 Анализирует принципы работы и технические характеристики модулей мехатронных и робототехнических систем. ПК-3.2 Предлагает и обосновывает варианты компоновок мехатронных и робототехнических систем. ПК-3.3 Владеет методами анализа существующих мехатронных и робототехнических систем, используемых для решения аналогичных задач.

### Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

#### Оценочные средства для промежуточной аттестации

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Промышленные и мобильные роботы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану видом промежуточной аттестации по дисциплине «Промышленные и мобильные роботы» предусмотрен «экзамен». Выполнение менее 75% практических или лабораторных работ является основанием к недопуску до сдачи экзамена.

### Типовые вопросы на зачет

1. Поколения и классификация роботов.
2. Структуры различных роботов. Развитие робототехники.
3. Матрица поворота вокруг произвольной оси. Представление матриц поворота через углы Эйлера.
4. Геометрический смысл матриц поворота. Свойства матриц поворота. Однородные координаты и матрицы преобразований.
5. Звенья, сочленения и их параметры. Представление Денавита-Хартенберга. Алгоритм формирования систем координат звеньев.
6. Подходы к решению обратной задачи кинематики.
7. Геометрический подход к решению обратной задачи кинематики. Определение различных конфигураций манипулятора. Решение обратной задачи кинематики для первых трех сочленений шестистепенного манипулятора типа ПУМА.
8. Описание динамики многозвенного манипулятора. Метод Лагранжа-Эйлера.
9. Особенности выбора исполнительных приводов роботов.
10. Рекуррентные уравнения динамики манипулятора.
11. Планирование траекторий манипулятора. Сглаженные траектории в пространстве присоединенных переменных. Расчет 4-3-4-траектории.
12. Очувствление роботов. Датчики измерения в дальней зоне.
13. Очувствление роботов в ближней зоне. Ультразвуковые датчики. Оптические датчики измерений в ближней зоне.
14. Тактильные датчики. Дискретные пороговые датчики. Силомоментное очувствление. Элементы датчика и схвата, встроенного в запястье.
15. Стереοизображение. Системы технического зрения высокого уровня. Сегментация. Проведение контуров и определение границ.
16. Определение координат трехмерных объектов на основе технического зрения и планирование траекторий движения роботов.
17. Граничные условия для 4-3-4-траектории.
18. Промышленный робот, определение. Функциональная схема промышленного робота.
19. Структурная схема промышленного робота.
20. Поколения роботов. Роботы с программным управлением, адаптивные роботы, интеллектуальные роботы.
21. Роботы, традиционные, перспективные области их применения.
22. Кинематические схемы промышленных роботов.
23. Системы координатных перемещений, рабочее пространство, рабочая зона промышленного робота.
24. Классификация промышленных роботов.
25. Типы приводов, используемых в мехатронике и робототехнике, их сравнительный анализ.
26. Пневмоприводы промышленных роботов, область их применения.
27. Гидравлические приводы.
28. Электроприводы.

29. Цикловое, позиционное, контурное управление, структурные схемы систем с таким управлением.
30. Принципы построения систем интеллектуального управления в мехатронике.
31. Иерархия управления в системах.
32. Системы управления исполнительного и тактического уровней.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Промышленные и мобильные роботы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Промышленные и мобильные роботы» проводится по результатам выполнения практических и лабораторных работ, участию в дискуссии и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, посещаемость всех занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения знаний;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в рейтинговую систему. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.