



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


---

---

**ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»

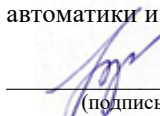
Руководитель ОП  
Мехатроника и робототехника

  
(подпись) В.Ф. Филаретов  
(Ф.И.О. рук. ОП)

«29» ноября 2022 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента  
автоматики и робототехники

  
(подпись) В.Ф. Филаретов  
(Ф.И.О. )

«29» ноября 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Навигационные системы роботов

**Направление подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника**

магистерская программа «Мехатроника и робототехника (совместно с ИАПУ ДВО РАН)»

**Форма подготовки очная**

курс 1, 2 семестр 2, 3

лекции 18 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы - не предусмотрено учебным планом

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 18 час.

самостоятельная работа 126 час.

контрольные работы - не предусмотрено учебным планом

курсовая работа / курсовой проект – не предусмотрено учебным планом

зачет 2 семестр

экзамен 3 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 № 4 от «29» ноября 2022 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 «Навигационные системы роботов»

Дисциплина «Навигационные системы роботов» реализуется на 1 и 2 курсе направления подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», магистерская программа «Мехатроника и робототехника (совместно с ИАПУ ДВО РАН)». Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана, является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.04.01).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Учебным планом предусмотрены: лекции (18 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа студента (126 часа, в том числе на подготовку к экзамену – 27 часов). Формы контроля – зачет, экзамен. Дисциплина реализуется на 1 и 2 курсах во 2 и 3 семестрах.

**Целью** дисциплины является изучение видов, назначения, общих принципов действия навигационных систем роботов, а также математического аппарата современной навигации.

### **Задачи** дисциплины:

1. Научить студентов правильно использовать основные термины и понятия в области систем навигации роботов.
2. Научить понимать назначения средств систем навигации роботов.
3. Научить применять современные системы и средства навигации роботов.

Для успешного изучения дисциплины «Навигационные системы роботов» 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.
	ПК-5 Способен определять состав и количество средств автоматизации для различных технологических процессов	ПК-5.1 Анализирует типы и конструктивные особенности средств автоматизации для различных технологических процессов. ПК-5.2 Рассчитывает необходимое количество средств автоматизации и разрабатывать план их размещения. ПК-5.3 Определяет состав и количество средств автоматизации технологических процессов.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Навигационные системы роботов» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: «практическое занятие – развернутая беседа» с обсуждением решенной задачи, «диспут на лекции».

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(18 час.)**

**3 семестр (18 час.)**

### **Раздел I. ИНЕРЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ (10 час.)**

**Тема 1. Инерциальная система ориентации и навигации (ИСОИ)**  
**для манипуляционных и мобильных роботов (6 час.)** *Проблемная лекция*

*Проблемные вопросы:*

Структура и назначение ИСОИ.

Структура и назначение блока чувствительных элементов.

Кинематические параметры движущегося объекта, измеряемые с помощью ИСОИ.

Постановка задачи инерциальной ориентации и навигации движущегося объекта.

**Тема 2. Алгоритмы ориентации и навигации. (4 час.)**

Алгоритмы ориентации и навигации для определения кинематических параметров движущегося объекта с помощью ИСОИ. Вывод уравнения для кинематической ошибки ИСОИ. Вывод уравнения для динамической ошибки ИСОИ.

**Раздел II. СЕНСОРИКА (8 час.)**

**Тема 1. Сенсорные системы, определяющие геометрические и другие параметры внешней среды (8 час.)**

Дальномеры и локаторы. Сенсорные системы, определяющие положение в пространстве. Специальные сенсорные системы. Сенсорное обеспечение построения моделей внешней среды, управления, навигации и безопасности движения

**II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Практические занятия (36 час.)**

**2 семестр (18 час.)**

**Занятие 1. Акселерометры и датчики угловой скорости (4 часа)**

На занятии на конкретных примерах исследуются выходные сигналы акселерометров и датчиков угловой скорости с учетом инструментальных погрешностей.

**Занятие 2. Типы инструментальных погрешностей. (4 часа)**

На занятии на конкретных примерах изучаются типы инструментальных погрешностей различных измерительных приборов.

### **Занятие 3. Блок-схемы для моделирования алгоритмов и уравнений ошибок (4 часа)**

На занятии на конкретных примерах изучаются и составляются блок-схемы для моделирования алгоритмов и уравнений ошибок ИСОН.

### **Занятие 4. Кинематические и динамические ошибки. (2 часа)**

На занятии на конкретных примерах получают аналитические оценки кинематической и динамической ошибок ИСОН для тестового эталонного движения манипуляционного или мобильного робота.

### **Занятие 5. Математическое моделирование работы алгоритмов и уравнений ошибок. (2 часа)**

На занятии на конкретных примерах выполняется математическое моделирование работы алгоритмов и уравнений ошибок ИСОН, а также формирование выводов по результатам математического моделирования о качестве модели ошибок и алгоритмов ориентации и навигации.

## **3 семестр (18 час.)**

### **Занятие 6. Методы решения задачи локальной навигации. (2 часа)**

На занятии на конкретных примерах происходит изучение на существующих методов решения задачи локальной навигации.

### **Занятие 7. Методы решения задачи глобальной навигации. (2 часа)**

1. Изучение существующих методов решения задачи глобальной навигации.
2. Вероятностные алгоритмы.

### **Занятие 8. Фильтр Калмана. (2 час.)**

1. Изучение особенностей фильтра Калмана.
2. Расширенный фильтр Калмана.

### **Занятие 9. Метод фильтрация частиц. (2 часа)**

На занятии на конкретных примерах выполняется изучение метода фильтрация частиц.

### **Занятие 10. Существующие методы решения задач навигации. (2 часа)**

На занятии на конкретных примерах выполняется изучение и анализ недостатков и преимуществ существующих методов решения задач навигации.

### **Занятие 11. Задача локализации (2 часа)**

На занятии на конкретных примерах решается задача локализации с помощью определения параметров движения заданного объекта.

### **Занятие 12. Экстремум функции различия. (2 часа)**

На занятии на конкретных примерах решается задача поиска экстремума функции различия.

### **Занятие 13. Метод выделения характерных черт. (2 часа)**

На занятии на конкретных примерах изучается метод выделения характерных черт.

### **Занятие 14. Метод рекуррентной фильтрации. (2 часа)**

На занятии на конкретных примерах изучается метод рекуррентной фильтрации.

## **Лабораторные работы**

Не предусмотрено учебным планом

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Навигационные системы роботов» 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.

## **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Акселерометры и датчики угловой скорости	ПК-3, ПК-5	знает	дискуссия (УО-4)	зачет, вопросы 1-4 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	зачет
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	зачет
2	Типы инструментальных погрешностей	ПК-3, ПК-5	знает	дискуссия (УО-4)	зачет, вопросы 5-8 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	зачет
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	зачет
3	Блок-схемы для моделирования алгоритмов и уравнений ошибок	ПК-3, ПК-5	знает	дискуссия (УО-4)	зачет, вопросы 9-11 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	зачет
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	зачет
4	Кинематические и динамические ошибки.	ПК-3, ПК-5	знает	дискуссия (УО-4)	зачет, вопросы 12-15 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	зачет



				11)	
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	зачет
5	Математическое моделирование работы алгоритмов и уравнений ошибок.	ПК-3, ПК-5	знает	дискуссия (УО-4)	зачет, вопросы 16-20 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	зачет
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	зачет
6	Инерциальная система ориентации и навигации	ПК-3, ПК-5	знает	дискуссия (УО-4)	экзамен, вопросы 1-4 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	экзамен
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	экзамен
7	Сенсорика	ПК-3, ПК-5	знает	дискуссия (УО-4)	экзамен, вопросы 5-8 из перечня типовых вопросов
			умеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	экзамен
			владеет	Разноуровневые задачи и задания (РП-11)	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. Богданов М. Р. Применения GPS/ГЛОНАСС : учебное пособие. Долгопрудный : Интеллект, 2012. -134 с.
2. Юревич Е.И. Сенсорные системы в робототехнике: учебное пособие. - СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2013. - 100 с.
3. <http://e.lanbook.com/view/book/40006/> Предко М. Устройства управления роботами. – М. ДМК Пресс, 2010. – 404 с.
4. <http://znanium.com/bookread.php?book=188363> Управление техническими системами. Е.Б. Бунько, К.И. Меша, Е.Г. Мурачев и др.; Под ред. В.И. Харитонова. - М.: Форум, 2010. - 384 с.
5. <http://znanium.com/bookread.php?book=430323> Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учебное пособие / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с.

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Гришин В. Д. Технические средства навигации: учебное пособие. Владивосток : Изд-во Дальневосточного технического университета, 2008. – 88 с.
2. Иванов Н. М., Лысенко Л. Н. Баллистика и навигация космических аппаратов : учебник для вуза. Москва: Дрофа, 2004. – 544 с.
3. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем /В.В. Матвеев, В.Я. Распопов / Под общ. ред. д.т.н. В.Я. Распопова. - СПб.:ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009. -280 с.

4. Haykin S. Kalman filtering and neural networks, John Wiley and Sons, 2001, 298 p.
5. Зенкевич С.Л., Космачев П.В. Управление движением мобильного робота в неподвижную точку //Мехатроника, автоматизация, управление. 2010. №3. С. 55-60.
6. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. М.: Мир. 2001. 604с.
7. Носков В.П., Рубцов И.В. Опыт решения задачи автономного управления движением мобильных роботов //Мехатроника, автоматизация, управление. 2005. №12. С.21-24.
8. <http://window.edu.ru/resource/082/59082/files/bis-1.pdf> Кучерявый А.А. Бортовые информационные системы: курс лекций / под. ред. Мишина В.А. и Ключева Г.И. Ульяновск: УлГТУ, 2004. - 504 с.
9. <http://window.edu.ru/resource/257/77257/files/ulstu2012-83.pdf> Шивринский, В.Н. Навигационные системы летательных аппаратов: конспект лекций / В.Н. Шивринский. - Ульяновск: УлГТУ, 2012. - 148 с.
10. [http://window.edu.ru/resource/926/69926/files/Yurevich\\_Osnovi\\_proektirovaniya\\_tehniki.pdf](http://window.edu.ru/resource/926/69926/files/Yurevich_Osnovi_proektirovaniya_tehniki.pdf) Юревич Е.И. Основы проектирования техники: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2012. - 134 с.
11. <http://window.edu.ru/resource/684/78684> - Тертычный-Даури В.Ю. Динамика робототехнических систем: Учебное пособие. - СПб.: НИУ ИТМО, 2012. - 128 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 54 часа аудиторных занятий (практические занятия) и 54 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 (2 семестр)	Выполнение практической работы №1	5 ч.	Защита работы
2	8 неделя (2 семестр)	Выполнение практической работы №2	5 ч.	Защита работы
3	9 неделя (2 семестр)	Выполнение практической работы №3	5 ч.	Защита работы
4	10 неделя (2 семестр)	Выполнение практической работы №4	5 ч.	Защита работы
5	11 неделя (2 семестр)	Выполнение практической работы №5	5 ч.	Защита работы
6	5 неделя (3 семестр)	Выполнение практической работы №6	5 ч.	Защита работы
7	8 неделя (3 семестр)	Выполнение практической работы №7	5 ч.	Защита работы
8	9 неделя (3 семестр)	Выполнение практической работы №8	5 ч.	Защита работы
9	10 неделя (3 семестр)	Выполнение практической работы №9	5 ч.	Защита работы
10	11 неделя (3 семестр)	Выполнение практической работы №10	5 ч.	Защита работы
11	13 неделя (3 семестр)	Выполнение практи-	5 ч.	Защита работы

	местр)	ческой работы №11		
12	13 неделя (3 семестр)	Выполнение практической работы №12	5 ч.	Защита работы
13	17 неделя (3 семестр)	Выполнение практической работы №13	5 ч.	Защита работы
14	18 неделя (3 семестр)	Выполнение практической работы №14	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.
	ПК-5 Способен определять состав и количество средств автоматизации для различных технологических процессов	ПК-5.1 Анализирует типы и конструктивные особенности средств автоматизации для различных технологических процессов. ПК-5.2 Рассчитывает необходимое количество средств автоматизации и разрабатывать план их размещения. ПК-5.3 Определяет состав и количество средств автоматизации технологических процессов.

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

#### Оценочные средства для промежуточной аттестации

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Навигационные системы роботов» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.



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

### **Типовые вопросы на зачет**

1. Структура и назначение инерциальной системы ориентации и навигации (ИСОИ).
2. Структура и назначение блока чувствительных элементов.
3. Кинематические параметры движущегося объекта, измеряемые с помощью ИСОИ.
4. Постановка задачи инерциальной ориентации и навигации движущегося объекта.
5. Выходные сигналы акселерометров и датчиков угловой скорости с учетом инструментальных погрешностей.
6. Типы инструментальных погрешностей.
7. Алгоритмы ориентации и навигации для определения кинематических параметров движущегося объекта с помощью ИСОИ.
8. Вывод уравнения для кинематической ошибки ИСОИ.
9. Вывод уравнения для динамической ошибки ИСОИ.
10. Блок-схема программы для моделирования алгоритмов и уравнений ошибок ИСОИ.
11. Аналитические оценки кинематической и динамической ошибок ИСОИ для тестового примера эталонного движения манипуляционного или мобильного робота.
12. Сенсорная подсистема робота.
13. Инерциальные датчики.
14. GPS.
15. Одометрия.
16. Гироскопические системы.
17. Оптические системы навигации.
18. MEMS.
19. Акселерометры.
20. IMU.

### **Типовые вопросы к экзамену.**

1. Существующие методы решения задачи локальной навигации.
2. Поиск экстремума функции.
3. Метод выделения характерных черт.
4. Метод рекуррентной фильтрации.
5. Существующие методы решения задачи глобальной навигации.
6. Вероятностные алгоритмы.
7. Фильтр Калмана.
8. Расширенный фильтр Калмана.

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 «Навигационные системы роботов» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Навигационные системы роботов» 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.