



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

**ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»

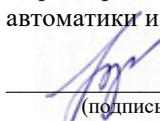
Руководитель ОП  
Мехатроника и робототехника

  
(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**  
**«ПОДВОДНАЯ РОБОТОТЕХНИКА»**

**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 72 час.

лабораторные работы – не предусмотрено учебным планом

в том числе с использованием МАО лек. 6 /пр. 24/ лаб. 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 90 час.

в том числе с использованием МАО 0 час.

самостоятельная работа 90 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 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): ст. преподаватель, к.т.н. А.Ю. Конопкин

**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 «Подводная робототехника»**

Дисциплина «Подводная робототехника» реализуется на 1 и 2 курсах 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 (Б1.В.03).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов (5 з.е.). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 час.), практические занятия (72 час.), самостоятельная работа студентов (90 час., в том числе на подготовку к экзамену – 27 час.). Дисциплина реализуется на 1 и 2 курсах во 2 и 3 семестрах.

**Целью** дисциплины является изучение видов, назначения, общих принципов работы подводных роботов, а также их современных систем управления.

### **Задачи** дисциплины:

1. Научить студентов правильно использовать основные термины и понятия в области подводной робототехники.
2. Научить понимать назначения современных подводных роботов.
3. Научить применять современные методы синтеза систем управления подводными роботами.

Для успешного изучения дисциплины «Подводная робототехника» 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.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные 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 «Подводная робототехника» 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.)**

### **Раздел I. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДВОДНЫХ РОБОТОВ (4 час.)**

## **Тема 1. Классификация, области применения и развитие подводных робототехнических систем. (4 час.)**

Классификация технических средств освоения океана. Области эффективного применения подводных робототехнических систем. Развитие подводной робототехники.

## **Раздел II. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНЫМИ РОБОТАМИ (10 час.)**

### **Тема 1. Описание пространственного движения подводных роботов (3 час.)**

Преобразования систем координат, матрицы элементарных поворотов, матрицы сложных поворотов. Крен, курс, дифферент. Матрица сложных поворотов, учитывающая эти угловые перемещения подводного робота. Схемы компоновки движителей подводных роботов, формирование результирующих векторов тяг и моментов.

### **Тема 2. Системы управления подводными роботами (4 час.)**

Математическая модель подводного робота. Описание взаимодействий вязкой среды с движущимися в ней динамическими объектами. Следящие системы управления движителями подводных аппаратов. Системы стабилизации положения и ориентации подводных роботов. Системы управления подводными манипуляторами.

### **Тема 3. Подсистемы подводных роботов (3 час.)**

Системы навигации подводных роботов. Сенсоры и бортовое оборудование. Электрические и гидравлические подсистемы подводных роботов. Системы связи и передачи информации.

## **Раздел III. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДВОДНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ (4 час.)**

### **Тема 1. Особенности безопасной эксплуатации подводных робототехнических систем. (4 час.)**

Особенности практического использования подводных робототехнических систем при решении исследовательских и технологических задач в глубоководных экспедициях. Безопасная эксплуатация подводных роботов. Взаимодействие человека-оператора с подводными роботами.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (72 ЧАС.)**

**Практические занятия (72 час.)**

**2 семестр (36 час.)**

### **Занятие 1. Современные подводные роботы. (4 часа)**

Рассматриваются различные типы современных подводных роботов. анализируются стоящие перед ними задачи, дается классификация.

### **Занятие 2. Конструкция подводного робота. (4 часа)**

Рассматриваются подводные роботы различной конструкции.

### **Занятие 3. Движительный комплекс подводного робота. (4 часа)**

Изучаются движительные комплексы подводных роботов.

### **Занятие 4. Бортовые вычислительные комплексы. (4 часа)**

Изучается структура и устройство бортовых вычислительных комплексов.

### **Занятие 5. Оборудование подводного робота. (4 часа)**

Рассматриваются сенсоры, а также технологическое и научное оборудование подводных роботов.

### **Занятие 6. Системы технического зрения. (4 часа)**

Изучаются системы технического зрения подводных роботов на конкретных примерах.

### **Занятие 7. Навигационная подсистема подводного робота. (4 часа)**

Изучаются состав и особенности функционирования навигационных подсистем подводных роботов.

### **Занятие 8. Системы управления. (4 часа)**

Рассматриваются особенности систем управления подводных роботов различного типа и назначения.

### **Занятие 9. Синтез системы управления подводного робота. (4 часа)**

Решаются задачи синтеза различных типов систем управления подводными роботами.

## **3 семестр (36 час.)**

### **Занятие 10. Математическая модель подводного робота. (6 час.)**

Выполняется описание математической модели подводного робота.

### **Занятие 11. Системы стабилизации подводных роботов в режиме зависания. (6 час.)**

Решается задача синтеза комбинированной системы автоматической стабилизации подводного робота в заданной точке пространства.

### **Занятие 12. Определение влияний вязкой среды на движущиеся в ней динамические объекты. (6 час.)**

Решается задача определения влияний вязкой среды на движущиеся в ней динамические объекты.

### **Занятие 13. Коэффициенты вязкого трения и присоединенные массы. (6 час.)**

Рассматривается задача экспериментального определения коэффициентов вязкого трения и присоединенных масс жидкости.

### **Занятие 14. Системы управления подводными манипуляторами. (6 час.)**

Рассматриваются особенности синтеза следящих и разомкнутых систем управления подводными манипуляторами.

### **Занятие 15. Управление телеуправляемыми подводными аппаратами. (6 час.)**

Рассматривается технология выполнения работ с помощью телеуправляемых подводных аппаратов, особенности пилотирования этих аппаратов, а также организации экспедиционных работ.

## **Лабораторные работы**

Не предусмотрено учебным планом.

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Подводная робототехника» 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.

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

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Классификация подводных роботов	ПК-3, ПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	зачет, вопросы 1-6 из перечня типовых

					вопросов
			умеет	конспект (ПР-7)	зачет, конспект (ПР-7)
			владеет	конспект (ПР-7)	зачет, конспект (ПР-7)
2	Системы управления подводными роботами	ПК-3, ПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	зачет, вопросы 1-20 из перечня типовых вопросов, экзамен, вопросы 1-20 из перечня типовых вопросов
			умеет	конспект (ПР-7)	зачет, экзамен, конспект (ПР-7)
			владеет	конспект (ПР-7)	зачет, экзамен, конспект (ПР-7)
3	Эксплуатация подводных робототехнических систем	ПК-3, ПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	зачет, вопросы 1-20 из перечня типовых вопросов, экзамен, вопросы 1-20 из перечня типовых вопросов
			умеет	конспект (ПР-7)	зачет, экзамен, конспект (ПР-7)
			владеет	конспект (ПР-7)	зачет, экзамен, конспект (ПР-7)

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.

## V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## Основная литература

1. 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>
2. Бессмертный И.А. Искусственный интеллект. Учебное пособие – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. 132 с. <https://e.lanbook.com/book/43663>
3. Введение в подводную робототехнику: учебное пособие для технических специальностей вузов / Ю. К. Алексеев. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2008. – 296 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382822&theme=FEFU>
4. Юревич Е.И. Основы робототехники: учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. - 359 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:686006&theme=FEFU>
7. Предко М. Устройства управления роботами. – М. ДМК Пресс, 2010. – 404 с. <http://e.lanbook.com/view/book/40006/>
8. Управление техническими системами. Е.Б. Бунько, К.И. Меша, Е.Г. Мурачев и др.; Под ред. В.И. Харитонова. - М.: Форум, 2010. - 384 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=188363>
9. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учебное пособие / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=430323>
10. Конюх В.Л. Основы робототехники: учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. - 282 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381615&theme=FEFU>
11. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: Учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова и др.- М.: Форум, 2011. - 192 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=219000>
12. Предко М. Устройства управления роботами. – М. ДМК Пресс, 2010. – 404 с. <http://e.lanbook.com/view/book/40006/>
13. Управление техническими системами. Е.Б. Бунько, К.И. Меша, Е.Г. Мурачев и др.; Под ред. В.И. Харитонова. - М.: Форум, 2010. - 384 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=188363>
14. Тертычный-Даури В.Ю. Динамика робототехнических систем: Учебное пособие. - СПб.: НИУ ИТМО, 2012. - 128 с. <http://window.edu.ru/resource/684/78684>

## Дополнительная литература

1. Востриков А.С., Французова Г.А. Теория автоматического регулирования: учеб. пособие для вузов. – Москва: Высшая школа, 2004.– 365 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:7844&theme=FEFU>
2. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 831 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:398350&theme=FEFU>
3. Филаретов В.Ф. Устройства и системы управления подводных роботов / В.Ф. Филаретов, А.В. Лебедев, Д.А. Юхимец - М.: Наука, 2005.- 270с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:234733&theme=FEFU>
4. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем. Учебник для технических вузов. – М.: Питер, 2001. 382 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:15439&theme=FEFU>
6. Филаретов В.Ф. Системы управления подводными роботами / В.Ф. Филаретов, Ю.К. Алексеев, А.В. Лебедев - М.: «Круглый год», 2001.- 288 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:17748&theme=FEFU>
7. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб.: Профессия, 2004. – 749 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:235744&theme=FEFU>
8. Юревич Е.И. Основы проектирования техники: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2012. - 134 с. <http://window.edu.ru/resource/926/69926>

#### **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/>

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

1. Microsoft Word,
2. Microsoft Excel,
3. Microsoft PowerPoint,
4. Microsoft Internet Explorer,
5. MATLAB The Language of Technical Computing, пакет Simulink.

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

На изучение дисциплины отводится 18 часов лекционных занятий и 72 часа практических занятий. изучение видов, назначения, общих принципов работы подводных роботов, а также их современных систем управления.

Основные задачи дисциплины:

1. Научить студентов правильно использовать основные термины и понятия в области подводной робототехники.
2. Научить понимать назначения современных подводных роботов.
3. Научить применять современные методы синтеза систем управления подводными роботами.

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 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.

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

Специализированные учебные аудитории кампуса ДВФУ.

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

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	8 неделя (2 семестр)	Подготовка доклада на семинар	9 час.	Выступление с докладами
2	16 неделя (2 семестр)	Подготовка доклада на семинар	9 час.	Выступление с докладами
3	16 неделя (3 семестр)	Подготовка доклада на семинар	9 час.	Выступление с докладами

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа магистрантов представлена в виде подготовки к выступлению с докладами на заданные темы.

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 символического 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.

### **Примерная тематика докладов**

1. Современные мехатронные и робототехнические системы в автономных и телеуправляемых подводных аппаратах.

2. Принципы и методы построения подсистем подводных роботов.

3. Методы испытаний подводных роботов.

4. Алгоритмы синтеза многоуровневой системы управления автономным подводным аппаратом.

5. Модульный принцип конструирования подводных роботов.

6. Средства управления движением буксируемых систем.
7. Системы автоматической стабилизации линейных и угловых координат подводных роботов.
8. Навигация подводных роботов на основе систем технического зрения.
9. Виды подводных работ и исследований, выполняемых подводными роботами.
10. Принципы инерциальной навигации.
11. Принципы работы гидроакустических навигационных систем.

### 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 «Подводная робототехника» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Подводная робототехника» предусмотрен «зачет» во втором семестре и «экзамен» в третьем семестре.

#### **Типовые вопросы на зачет**

1. Классификация технических средств освоения океана.
2. Области эффективного применения подводных робототехнических систем.
3. Развитие подводной техники.
4. Обитаемые подводные аппараты.
5. Телеуправляемые подводные аппараты.
6. Автономные необитаемые подводные аппараты.
7. Общая структура автономного необитаемого подводного аппарата и его систем.
8. Осмотровые, зондирующие и рабочие подводные роботы.
9. Дистанционно-управляемые манипуляторы подводных роботов.
10. Обеспечение и регулирования плавучести подводного робота.
11. Гидродинамические силы и моменты, действующие на подводный робот.
12. Типовые схемы движительно-рулевых комплексов автономных роботов.
13. Типовые схемы движительно-рулевых комплексов телеуправляемых подводных аппаратов.
14. Навигация подводных роботов на основе систем технического зрения.
15. Гидроакустические системы навигации подводных роботов.
16. Бортовые вычислительные комплексы подводных роботов.
17. Типовые системы управления подводными роботами.
18. Навесное оборудование подводных аппаратов.
19. Датчики, устанавливаемые на подводные роботы.
20. Системы поддержки деятельности операторов телеуправляемых подводных аппаратов.

## Критерии выставления оценки студенту на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он имеет знания основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении изученного материала.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части изученного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительного изучения заданного материала.

### Типовые вопросы на экзамен

1. Анализ и выбор математической модели для описания движений автономных подводных роботов в пространстве.
2. Анализ работы систем управления автономными подводными аппаратами. Конкретизация постановки задачи синтеза высококачественных систем управления пространственным движением подводных роботов.
3. Схемы компоновки движителей подводных аппаратов, формирование результирующих векторов тяг и моментов.
4. Следящие системы управления движителями подводных роботов.
5. Системы стабилизации положения и ориентации подводных роботов.
6. Преобразования систем координат, матрицы элементарных поворотов, матрицы сложных поворотов.
7. Крен, курс, дифферент. Матрица сложных поворотов, учитывающая эти угловые перемещения подводного робота.
8. Определение влияния вязкой среды на движущиеся динамические объекты.
9. Гидравлическая схема управления подводным манипулятором.
10. Электрическая схема управления манипулятором.
11. Структурная схема системы управления подводным многозвенным манипулятором без датчиков обратной связи.
12. Структурная схема системы управления подводным многозвенным манипулятором с датчиками обратной связи.
13. Обратная задача динамики подводного многозвенного манипулятора.
14. Навигационные системы подводных роботов.
15. Электрические схемы питания автономных и телеуправляемых подводных аппаратов.

16. Принцип работы гидравлического оборудования подводного аппарата.
17. Передача данных с подводных аппаратов.
18. Основные правила эксплуатации подводных роботов.
19. Техника безопасности при работе с подводными роботами.
20. Взаимодействие человека-оператора с подводными роботами.

### **Критерии выставления оценки студенту на экзамене**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

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

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Подводная робототехника» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Подводная робототехника» проводится по результатам собеседования, а также конспекту 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.