

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОПОП

Е.Ю. Степанович

«11» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой технологий  
материалов и промышленной инженерии  
Е.Ю. Степанович

«11» апреля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Статдинамика в робототехнике»**

Составитель(и)

Степанович Е.Ю. доцент кафедры ТМПИ, к.ф.-  
м.н., доцент

Направление  
подготовки/специальность  
Направленность (профиль)/  
специализация ОПОП

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

**Промышленная робототехника**

Квалификация (степень)

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Год приёма

**2023**

Курс

**3**

Семестр(ы)

**6**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью дисциплины является усвоение будущим инженером теоретических основ и приобретение навыков анализа технических систем с позиций статистической безопасности и надежности.

1.2. Задачи дисциплины:

-ознакомление с теоретическими основами расчетов и моделирования, применяемых при проектировании технических систем, воспринимающих и генерирующих случайные воздействия;

-приобретение навыков и практического умения проведения вероятностного анализа технических систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Статдинамика в робототехнике» относится к элективной части, формируемой образовательных отношений, и осваивается в 6 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами: «Математика», «Физика».

Знать: сущности, задач технологической последовательности этапов проектно-з основные понятия современные средства вычислительной техники; основы алгоритмического языка;

уметь работать на персональном компьютере; обоснованно выбирать, либо разработать численный метод решения задачи и алгоритм, его реализующий; использовать математические методы в решении профессиональных задач;

владеть компьютерными программами для обработки информации, составления и оформления документов и презентаций; методами практического использования современных компьютеров для обработки информации и основами численных методов решения инженерных задач.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Системы стабилизации в робототехнике».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) универсальные (УК):

- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1)

- способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2)

б) профессиональные (ПК):

Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий (ПК-6)

Таблица 1 - Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Знать	Уметь	Владеть

компетенции			
УК-1. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	ИУК-1.1.1. эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет роль каждого участника в команде. ИУК-1.1.2. Учитывает в совместной деятельности особенности поведения и общения разных людей.	ИУК-1.2.1. Способен устанавливать разные виды коммуникации (устную, письменную, вербальную, невербальную, реальную, виртуальную, межличностную и др.) для достижения поставленной цели. ИУК-1.2.2. Демонстрирует понимание результатов (последствий) личных действий и планирует последовательность шагов для достижения поставленной цели, контролирует их выполнение.	ИУК-1.3.1. Эффективно взаимодействует с членами команды, в т.ч. участвует в обмене информацией, знаниями и опытом, и презентации результатов работы команды. Соблюдает этические нормы взаимодействия.
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИУК-2.1.1. Методологический аппарат необходимый при описании проекта	ИУК-2.2.1. Формулировать, цель, задачи в соответствии с целью проекта поставленной цели в сфере реализации проекта ИУК-2.2.2. Определять имеющиеся ресурсы для достижения цели проекта	ИУК-2.3.1. навыками аргументированного выбора и реализации различных способов решения задач в рамках цели проекта
ПК-6. Способен выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок	ИПК-6.1.1. применять известные принципы, методы и средства для решения стандартных задач профессиональной деятельности	ИПК-6.2.1. использует информационно-коммуникационные технологии в ходе решения профессиональных задач на основе информационной и библиографической культуры	ИПК-6.3.1. соблюдает основные требования информационной безопасности при использовании информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины Б.1.В.Д.01 «Статдинамика в робототехнике» 3 зачетные единицы или 108 часов, из них 57 часов (38 часов практических занятий, 19 лекций) отводится на аудиторную работу и 51 час отводится на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 - Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Радел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
1	Тема 1: Основы статодинамики	6	3	6			7	Выполнение практических работ, вопросы к зачету
2	Тема 2: Моделирование робототехнических систем		3	6			7	Выполнение практических работ, вопросы к зачету
3	Тема 3: Анализ сил и моментов		3	6			7	Выполнение практических работ, вопросы к зачету
4	Тема 4: Динамика манипуляторов		3	6			7	Выполнение практических работ, вопросы к зачету
5	Тема 5. Управление движением роботов		3	6			7	Выполнение практических работ, вопросы к зачету
6	Тема 6. Тестирование и верификация статодинамических моделей		4	8			9	Выполнение практических работ, вопросы к зачету
	<b>Итоговая форма аттестации</b>			<b>19</b>	<b>38</b>			<b>51</b>

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, семинары, ЛР – лабораторные работы; КР-курсовая работа.

Таблица 3. Матрица соотношения тем/разделов учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций

Темы,	Компетенции	общее количество
-------	-------------	------------------

разделы дисциплины	часов	УК-1	УК-2	ПК-6	компетенций
Тема 1: Основы статодинамики	16	+	+	+	3
Тема 2: Моделирование робототехнических систем	16	+	+	+	3
Тема 3: Анализ сил и моментов	16	+	+	+	3
Тема 4: Динамика манипуляторов	16	+	+	+	3
Тема 5. Управление движением роботов	16	+	+	+	3
Тема 6. Тестирование и верификация статодинамических моделей	21	+	+	+	3
Итого	108				

### Краткое содержание каждой темы дисциплины «СТАТДИНАМИКА В РОБОТОТЕХНИКЕ»

Основные понятия теории вероятности. Классическое и статистическое определения вероятности. Теорема сложения и умножения вероятностей. Закон распределения вероятностей дискретной случайной величины. Числовые характеристики дискретных случайных величин. Функция распределения вероятностей и плотность распределения вероятностей непрерывных случайных процессов. Числовые характеристики непрерывных случайных процессов. Стационарные случайные процессы. Эргодические случайные процессы. Спектральная плотность случайного процесса. Метод Монте-Карло. Способы моделирования сигналов в среде Mathcad. Статистическая обработка сигналов. Корреляционный анализ стационарной случайной функции. Экспериментальное определение корреляционных функций и спектральных плотностей. Частотная характеристика или комплексная передаточная функция линейной системы. Воздействие случайной стационарной нагрузки на линейную систему. Спектральный анализ в пакете программ Mathcad. Корреляционный анализ. Исследование линейной САУ при случайном воздействии..

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Тема 1: Основы статодинамики	Введение в статодинамику: определение, основные понятия и задачи. Рассмотрение статических и динамических нагрузок, их влияние на работу робототехнических систем. Основные законы механики, применимые к статодинамике.
2	Тема 2: Моделирование робототехнических систем	Методы математического моделирования для анализа и проектирования робототехнических систем. Использование дифференциальных уравнений для описания движения роботов. Применение программного обеспечения для

		численного моделирования.
3	Тема 3: Анализ сил и моментов	Рассмотрение методов расчета сил и моментов, действующих на робототехнические устройства. Применение принципа суперпозиции и метода свободного тела для анализа систем. Влияние массы и распределения массы на динамические характеристики.
4	Тема 4: Динамика манипуляторов	Изучение динамических характеристик манипуляторов: кинематика, динамика и управление движением. Анализ инерционных свойств манипуляторов и их влияние на производительность. Методы оптимизации движения
	Тема 5. Управление движением роботов	Основные подходы к управлению движением в робототехнике: открытые и закрытые системы управления. Применение PID-регуляторов и адаптивных систем управления. Стратегии планирования траекторий.
	Тема 6. Тестирование и верификация статодинамических моделей	Методы тестирования и верификации статодинамических моделей робототехнических систем. Применение экспериментальных данных для проверки теоретических моделей. Оценка точности и надежности моделей.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)**

Для реализации компетентного подхода предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

В ходе освоения дисциплины лабораторные занятия не предусмотрены.

Лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя). Лекция состоит из трех частей: вступления (введения), изложения и заключения.

Вступление (введение) определяет тему, план и цель лекции. Оно призвано заинтересовать и настроить аудиторию, сообщить, в чём заключается основная проблема.

Основная часть лекции, в которой излагается содержание темы, приводятся система доказательств. Каждый вопрос заканчивается краткими выводами.

Заключение обобщает в кратких формулировках основные идеи лекции.

В процессе практических (семинарских) занятий, наряду с формированием умений и навыков, обобщаются, систематизируются, конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

На практических (семинарских) занятиях применяются следующие формы работы:

- 1) Фронтальная – все студенты выполняют одну и ту же работу;
- 2) Групповая – одна и та же работа выполняется группами из 2-3 человек;

3) Индивидуальная – каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Структура практических занятий в основном одинакова: вступление преподавателя, работа студентов по заданиям преподавателя, которая требует дополнительных разъяснений, собственно практическая часть, включающая разбор конкретных ситуаций, решение ситуационных задач, выполнение групповых заданий, и т.д.

В структуре практического занятия традиционно выделяют следующие этапы: организационный этап, контроль исходного уровня знаний (обсуждение вопросов, возникших у студентов при подготовке к занятию; исходный контроль (тесты, опрос, проверка письменных домашних заданий и т.д.), коррекция знаний студентов), обучающий этап (педагогический рассказ, инструкции по выполнению заданий), самостоятельная работа студентов на занятии, контроль конечного уровня усвоения знаний, заключительный этап.

№	Раздел/Тема	Семестр	Форма контроля
1	Тема 1: Основы статодинамики	3	Реферат, тест
2	Тема 2: Моделирование робототехнических систем	3	Реферат, тест
3	Тема 3: Анализ сил и моментов	3	Реферат, тест
4	Тема 4: Динамика манипуляторов	3	Реферат, тест
5	Тема 5. Управление движением роботов	3	Реферат, тест
6	Тема 6. Тестирование и верификация статодинамических моделей	3	Реферат, тест

**5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

**Таблица 4 - Содержание самостоятельной работы обучающихся**

Номер раздела (темы)	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
1.	Тема 1: Основы статодинамики	7	<i>Изучение теоретического материала, анализ учебной и методической литературы, подготовка к написанию реферата</i>

2.	Тема 2: Моделирование робототехнических систем	7	<i>Изучение теоретического материала, анализ учебной и методической литературы, подготовка к написанию реферата</i>
3.	Тема 3: Анализ сил и моментов	7	<i>Изучение теоретического материала, анализ учебной и методической литературы, подготовка к написанию реферата и написанию теста</i>
4	Тема 4: Динамика манипуляторов	7	<i>Изучение теоретического материала, анализ учебной и методической литературы, подготовка к написанию реферата и написанию теста</i>
5	Тема 5. Управление движением роботов	7	<i>Изучение теоретического материала, анализ учебной и методической литературы, подготовка к написанию реферата и написанию теста</i>
6	Тема 6. Тестирование и верификация статодинамических моделей	9	<i>Изучение теоретического материала, анализ учебной и методической литературы, подготовка к написанию реферата и написанию теста</i>

### **5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.**

Самостоятельная работа студентов планируется по следующим основным направлениям:

- изучение всех вопросов программы по рекомендованной литературе;
- выполнение практических домашних заданий по разработке эскизов изделий и орнаментов.
- подготовка докладов, рефератов.

Методические указания для самостоятельной работы студентов.

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Порядок работы над рефератом. 1. Выбор темы. 2. Подбор и изучение литературы. 4. Составление плана реферата. 5. Изложение основного содержания по плану реферата. 6.

Оформление и научно-справочный аппарат. Общий объем работы – 10-20 страниц печатного текста (с учётом титульного листа, содержания и списка литературы) на бумаге формата А4. В тексте должны композиционно выделяться структурные части работы, отражающие суть исследования: введение, основная часть и заключение, а также заголовки и подзаголовки. Реферат должен быть выполнен на одной стороне листа белой бумаги формата А4. Интервал межстрочный – полуторный (1,5). Цвет шрифта – черный. Гарнитура шрифта основного текста — Times New Roman. Кегль (размер шрифта) – 14. Размеры полей страницы (не менее): правое — 30 мм, верхнее, и нижнее, левое — 20 мм. Формат абзаца: полное выравнивание (по ширине). Отступ красной строки одинаковый по всему тексту, рекомендуется 1,25 см. Страницы должны быть пронумерованы с учётом титульного листа, который не обозначается цифрой. В работах могут использоваться цитаты, статистические материалы. Эти данные оформляются в виде сносок (ссылок и примечаний). Все сноски и подстрочные примечания располагаются на той же странице, к которой они относятся, нумерация сносок устанавливается заново на каждой странице. Размер шрифта для названия главы – 16 (полужирный), подзаголовок — 14 (полужирный). Точка в конце заголовка,

располагаемого посередине листа, не ставится. Заголовки не подчёркиваются. Оглавление (содержание) должно быть помещено в начале работы, а список литературы в конце реферата.

При выдаче заданий на самостоятельную работу используется дифференцированный подход к студентам. Перед выполнением студентами самостоятельной внеаудиторной работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает: цель задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает студентов о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания. Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально.

Контроль самостоятельной работы организуется в форме контроля со стороны преподавателя (текущий и промежуточный)

Текущий контроль осуществляется на практических занятиях, промежуточный контроль осуществляется на зачете в устной форме.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность умений;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

### 6.1. Образовательные технологии

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Общее представление о проектной деятельности. Формирование команды. Коммуникации в проекте.	Лекция-диалог	Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций.	Не предусмотрено
Генерация идей, оценка и выбор идеи проекта. Образ продукта проекта. Жизненный цикл проекта. Планирование проекта. Бюджет и риски.	Лекция-диалог	Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций анализ конкретных ситуаций. Защита реферата	Не предусмотрено
Реализация проекта. Завершение проекта.		Защита реферата. Выполнение теста	Не предусмотрено

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информацион-

телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах offline в формах: лекций-презентаций, собеседования в режиме чат, форума, чата.

## **6.2. Информационные технологии**

- 1) использование электронных учебников и сайтов Интернета в качестве источника информации;
- 2) использование возможностей электронной почты преподавателя (рассылка заданий, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками);
- 3) использование презентаций при проведении лекций и практических занятий.
- 4) при реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии: виртуальная обучающая среда (или система управления обучением LMS Moodle «Электронное образование») или иные информационные системы, сервисы и мессенджеры.

## **6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

### **6.3.1. Программное обеспечение**

Наименование программного обеспечения	Назначение
---------------------------------------	------------

Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
--------------	--

Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
--	-----------------------------

Mozilla FireFox	Браузер
-----------------	---------

Microsoft Office 2013,	
------------------------	--

Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
--	------------------------

7-zip	Архиватор
-------	-----------

Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
----------------------------------	----------------------

Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
-----------------------------	------------------------------

Google Chrome	Браузер
---------------	---------

Far Manager	Файловый менеджер
-------------	-------------------

Notepad++	Текстовый редактор
-----------	--------------------

OpenOffice	Пакет офисных программ
------------	------------------------

Paint .NET	Растровый графический редактор
------------	--------------------------------

WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
-----------	---

--	--

### **6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARKSQL НПО

«Информ-систем».

<https://library.asu.edu.ru>

Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на электронной платформе ООО «БИБЛИОТЕХ».

<https://biblio.asu.edu.ru>

Учетная запись образовательного портала АГУ (Регистрация в 905 аудитории. Пристрой)

Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований.

[www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

Регистрация с компьютеров АГУ

Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru ООО «РУНЭБ» - крупнейший российский информационный портал. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии журналов. Доступ организован к 66 наименованиям журналов.

<http://elibrary.ru>

Регистрация с компьютеров АГУ

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Статдинамика в робототехнике» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие изучаемых разделов, результатов обучения и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Тема 1: Основы статодинамики	УК -1, УК-2, ПК-6	Выступления в ходе дискуссии доклад по теме реферата, выполнение теста
2	Тема 2: Моделирование робототехнических систем	УК -1, УК-2, ПК-6	Выступления в ходе дискуссии доклад по теме реферата, выполнение теста
3	Тема 3: Анализ сил и моментов	УК -1, УК-2, ПК-6	Выступления в ходе дискуссии доклад по теме реферата выполнение теста
4	Тема 4: Динамика манипуляторов	УК -1, УК-2, ПК-6	Выступления в ходе дискуссии доклад по теме реферата
5	Тема 5. Управление движением роботов	УК -1, УК-2, ПК-6	выполнение теста
6	Тема 6. Тестирование и верификация статодинамических	УК -1, УК-2, ПК-6	Выступления в ходе дискуссии доклад по теме реферата

	моделей		
--	---------	--	--

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

### Типы контроля для оценивания результатов обучения.

Для оценивания результатов обучения в виде *знаний* используются устные ответы на вопросы в ходе занятий, доклад по теме реферата.

Для оценивания результатов обучения в виде *умений и владений* используется на практическом занятии и при выполнении контрольной работы.

**Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

**Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений (при выполнении практических)**

5 (90-100 баллов) «отлично»	- свободно применяет полученные знания при выполнении заданий; - выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий.
4 (70-89- балла) «хорошо»	выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя
3 (60-69 баллов) «удовлетворительно»	- работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы; - в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
2 (0-59 баллов) «неудовлетворительно»	- работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена.

### Критерии оценки рефератов

5 «отлично» (90-100 баллов)	- соответствие содержания выбранной теме; - отсутствие в тексте отступлений от темы; - соблюдение структуры работы, четка ли она и обоснована; - умение работать с научной литературой - вычленять проблему из контекста; умение оформлять научный текст (правильное применение и оформление ссылок, – составление библиографии); - умение правильно понять позицию авторов, работы которых использовались при
-----------------------------------	--

	<p>написании реферата;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способность верно, без искажения передать используемый авторский материал;</li> <li>- соблюдение объема работы;</li> <li>- аккуратность и правильность оформления, а также технического выполнения работы.</li> </ul>
<p>4 «хорошо» (70-89 баллов)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие содержания выбранной теме;</li> <li>- отсутствие в тексте отступлений от темы;</li> <li>- соблюдение структуры работы, четка ли она и обоснована;</li> <li>- умение работать с научной литературой - вычленять проблему из контекста;</li> <li>- возможны единичные ошибки при оформлении научного текста (неправильное применение и оформление ссылок, – составление библиографии);</li> <li>- умение правильно понять позицию авторов, работы которых использовались при написании реферата;</li> <li>- способность верно, без искажения передать используемый авторский материал;</li> <li>- соблюдение объема работы;</li> <li>- аккуратность и правильность оформления, а также технического выполнения работы.</li> </ul>
<p>3 «удовлетворительно» (60-69 баллов)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- частичное соответствие содержания выбранной теме;</li> <li>- присутствие в тексте отступлений от темы;</li> <li>- умение работать с научной литературой - вычленять проблему из контекста;</li> <li>- ошибки при оформлении научного текста (неправильное применение и оформление ссылок, – составление библиографии);</li> <li>- затруднения в способности верно, без искажения передать используемый авторский материал;</li> <li>- соблюдение объема работы;</li> </ul>
<p>2 «неудовлетворительно» (0-59 баллов)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- несоответствие содержания выбранной теме;</li> <li>- присутствие в тексте отступлений от темы;</li> <li>- несоблюдение структуры работы;</li> <li>- ошибки при оформлении научного текста (неправильное применение и оформление ссылок, – составление библиографии);</li> <li>- отсутствие умения правильно понять позицию авторов, работы которых использовались при написании реферата;</li> <li>- несоблюдение объема работы;</li> </ul>

### 7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся

1. Что такое инерция и как она влияет на движение роботов?
2. Каковы основные элементы динамической модели манипулятора?
3. Что такое равновесие в статодинамике?
4. Как рассчитывается центр масс системы?
5. Опишите процесс создания динамической модели для простого робота.
6. Какие параметры необходимо учитывать при проектировании системы управления?
7. Что такое обратная кинематика и как она связана с динамикой?
8. Каковы преимущества и недостатки различных методов управления движением?
9. В чем заключается разница между линейной и нелинейной динамикой?
10. Как можно использовать компьютерное моделирование для тестирования роботов?
11. Что такое динамическая устойчивость и как ее оценить?
12. Какие факторы влияют на выбор алгоритма управления для робота?
13. Какова роль обратной связи в системах управления движением?
14. Как осуществляется анализ устойчивости робототехнической системы?
15. Что такое эквивалентная масса и как она используется в расчетах?
16. Каковы основные виды манипуляторов по типу привода?
17. Как влияет трение на динамические характеристики робота?
18. В чем заключается суть метода конечных элементов (МКЭ)?
19. Как можно улучшить точность движения манипулятора?
20. Какие примеры реальных приложений статодинамики в робототехнике вы знаете?

Вопросы для зачета:

1. Что такое статодинамика и какие задачи она решает?
2. Каковы основные законы механики, применимые к статодинамике?
3. Опишите процесс математического моделирования робототехнической системы.
4. Какие методы используются для анализа сил и моментов в роботах?
5. Каковы основные характеристики динамики манипуляторов?
6. Что такое PID-регулятор и как он применяется в управлении движением роботов?
7. Как проводится тестирование статодинамических моделей?
8. В чем разница между статическими и динамическими нагрузками?
9. Какие факторы влияют на инерционные свойства манипуляторов?
10. Каковы основные этапы проектирования системы управления для роботов?
11. Опишите методы оптимизации движения в робототехнике.
12. Как осуществляется планирование траекторий для манипуляторов?
13. Какие программные средства можно использовать для численного моделирования?
14. Как проверить надежность статодинамической модели?
15. Объясните принцип суперпозиции в контексте анализа сил.

**Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов**

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<b>Код и наименование проверяемой компетенции</b>				
<b>УК-1. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде</b>				
1.	Задание закрытого типа	Что из перечисленного является типичным исполнительным устройством в робототехнике? а) Дальномер б) Акселерометр в) Сервопривод г) Микроконтроллер	в	2
2.		Какая кинематическая пара является вращательной? а) Призматическая б) Цилиндрическая в) Сферическая г) Плоская	б	2
3.		Что описывает прямая кинематическая задача манипулятора? а) Расчет необходимых моментов на приводах б) Определение положения и ориентации схвата по известным углам в сочленениях в) Определение углов в сочленениях по заданному положению и ориентации схвата г) Расчет траектории движения	б	2
4.		Какой тип двигателя чаще всего используется в небольших роботах для точного управления положением? а) Асинхронный двигатель переменного тока б) Шаговый двигатель	б	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		в) Двигатель постоянного тока с щеточным коллектором г) Линейный двигатель		
5.		Что такое ШИМ (PWM) в контексте управления мотором? а) Метод измерения скорости вращения б) Способ кодирования информации в) Метод регулирования среднего напряжения, подаваемого на мотор г) Тип обратной связи от энкодера	в	2
6.	Задание открытого типа	Для чего в робототехнике используется ПИД-регулятор?	Для стабилизации системы и точного управления, минимизации ошибки между заданным и текущим значением параметра (например, положения или скорости).	5
7.		Что такое система технического зрения робота?	Это система, позволяющая роботу получать и анализировать изображения окружающего мира для навигации, идентификации объектов и выполнения задач.	5
8.		Какая основная функция контроллера в роботизированной системе?	Обработка данных с сенсоров и формирование управляющих сигналов для исполнительных механизмов согласно заложенной программе.	5
9.		Что означает степень подвижности (число степеней свободы) робота-манипулятора?	Это количество независимых движений (перемещений и вращений), которые может выполнять его рабочий орган (схват) в пространстве.	5
10.		В чем основное различие между роботом и автоматической линией?	Робот обладает способностью к перепрограммированию и может выполнять различные задачи, в то время как автоматическая линия предназначена для одной, жестко заданной последовательности операций.	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<b>Код и наименование проверяемой компетенции</b>				
<b>УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</b>				
11.	Задание закрытого типа	Какой датчик используется для измерения угловой скорости? а) Акселерометр б) Гироскоп в) Потенциометр г) Инкрементальный энкодер	б	2
12.		Что такое "мертвая зона" (deadband) в управлении роботом? а) Область, где робот не может двигаться из-за механических ограничений б) Диапазон значений входного сигнала, в котором система не реагирует на изменение сигнала в) Зона, где Wi-Fi сигнал с пульта управления недоступен г) Область неработоспособности датчика	б	2
13.		Какой закон управления является основой для следования по траектории? а) Закон управления по разомкнутому циклу б) Закон управления с обратной связью в) Релейный закон управления г) Импульсный закон управления	б	2
14.		Что такое ROS (Robot Operating System)? а) Операционная система реального времени для микроконтроллеров б) Пакет программ для 3D-моделирования роботов в) Мета-операционная система, предоставляющая набор инструментов и библиотек для разработки ПО для роботов г) Специализированная операционная система для промышленных роботов KUKA	в	2
15.		Какая из перечисленных структур кинематической схемы манипулятора является наиболее распространенной?	г	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		а) Параллельная б) Декартова в) Цилиндрическая г) Антропоморфная (сочлененная)		
16.	Задание открытого типа	Что такое кинематическая сингулярность манипулятора?	Это конфигурация манипулятора, в которой он теряет одну или несколько степеней свободы и не может двигаться в некотором направлении.	5
17.		Для чего используется преобразование координат в робототехнике?	Для пересчета координат точки или вектора из одной системы отсчета в другую, например, из системы координат схвата в мировую систему.	5
18.		Что такое динамика робота?	Это раздел механики, изучающий силы и моменты, вызывающие движение робота, в отличие от кинематики, изучающей само движение без учета причин.	5
19.		Каков основной принцип работы ультразвукового дальномера?	Он излучает ультразвуковой импульс и измеряет время, за которое эхо-сигнал возвращается от объекта, преобразуя его в расстояние.	5
20.		Что означает термин "телеметрия" применительно к мобильным роботам?	Это процесс дистанционного измерения и передачи данных о состоянии робота (заряд батареи, показания датчиков, положение) на станцию управления.	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<b>Код и наименование проверяемой компетенции</b> <b>ПК-6. Способен выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок</b>				
21.	Задание закрытого типа	Какой элемент робототехнической системы отвечает за преобразование электрической энергии в механическое движение? а) Сенсор б) Микропроцессор	в	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		в) Привод (актюатор) г) Драйвер		
22.		Что описывает кинематика робота? а) Силы, вызывающие движение б) Геометрию движения без учета причин, его вызывающих в) Алгоритмы управления г) Конструкцию корпуса	б	2
23.		Для чего используется датчик Холла в сервомоторе? а) Для измерения температуры мотора б) Для определения абсолютного положения вала в) Для измерения потребляемого тока г) Для защиты от перегрева	б	2
24.		Что такое "энкодер" в робототехнике? а) Устройство для шифрования данных б) Датчик, преобразующий механическое движение в электрические сигналы для определения положения или скорости в) Исполнительный механизм г) Устройство для передачи данных по радиоканалу	б	2
25.		Какая из перечисленных архитектур является стандартом для промышленных роботов? а) ROS б) Arduino в) PLC (Программируемый логический контроллер) г) Raspberry Pi	в	2
26.	Задание открытого типа	Что такое "обратная кинематика" в робототехнике?	Это вычисление значений обобщенных координат (углов в сочленениях) манипулятора, необходимых для того, чтобы его схват занял заданное положение и ориентацию в пространстве.	5
27.		Для чего используется силомоментное sensing (датчик усилия/момента)?	Для измерения сил и моментов, действующих на схват робота, что позволяет реализовать compliant control (адаптивное управление) и выполнять задачи,	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			требующие "чувства прикосновения".	
28.		Что такое SLAM в мобильной робототехнике?	Это процесс, при котором робот одновременно строит карту неизвестной среды и определяет свое местоположение на этой карте.	5
29.		Какая основная задача планирования траектории?	Определить последовательность промежуточных положений и ориентаций робота (или его схвата) между начальной и конечной точками, удовлетворяющую определенным ограничениям.	5
30.		В чем заключается принцип "ведущий-ведомый" (master-slave) в робототехнике?	Это метод управления, при котором оператор в реальном времени управляет движением робота-манипулятора ("ведомый") с помощью другого, часто меньшего, устройства ("ведущий").	5

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
<b>Основной блок</b>				
1.	<i>Устный опрос</i>	4/5	20	-
2.	<i>Защита реферата</i>	1/50	50	-
3.	<i>Тест</i>	2/10	20	
<b>Всего</b>			<b>90</b>	
<b>Блок бонусов</b>				
4.	<i>Посещение занятий</i>	5	5	-
5.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>	5	5	-
<b>Всего</b>			<b>10</b>	
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>	

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание (два и более)	-2
Не готов к практическому занятию	-2
Нарушение дисциплины	-2
Пропуски лекций без уважительных причин (за одну лекцию)	-2

Показатель	Балл
Пропуски практических занятий без уважительных причин (за одно занятие)	-2
Не своевременное выполнение задания	-2
Нарушение техники безопасности	-1

При пересдаче экзамена (зачета) из рейтингового балла студента вычитается:

- первая пересдача – 5 баллов
- вторая пересдача – 10 баллов

**Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)**

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	Не зачтено
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **8.1. Основная литература**

1. Шаповалов, В.М. Валковые течения неньютоновских жидкостей. - М. : Физматлит, 2011. - 168 с. - ISBN 978-5-9221-1352-6: 180-00 : 180-00.
2. Полетаев, В. А. Проектирование технологических процессов автоматизированной обработки лопаток турбин[Текст] / В. А. Полетаев, Е. В. Цветков// Вестник машиностроения. - 2016. - № 6. - С. 27-30. - Библиогр.: с. 30 (2 назв.).
3. Гуров, А.М. Автоматизация технологических процессов : Учеб. пособ. - М. : Высш. шк., 1979. - 380 с. - 1-10.
4. Самойлова, Л.Н. Технологические процессы в машиностроении: Лабораторный практикум : учеб. пособие. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2011. – 160 с. - (Учеб. для вузов. Спец. лит.). - ISBN 978-5-8114-1112-2: 339-90 : 339-90.
5. Виноградов, В.М. Технологические процессы ремонта автомобилей : рек. Федер. гос.учреждением "Федер. ин-т развития образования" в качестве учеб. Пособия для использ. в учеб. процессе образоват. учреждений, реализующих прогр. сред. проф. образования. Рег. номер рец.358 от 22 июня 2009 г. ФГУ "ФИРО". - 4-е изд. ; перераб. - М. : Академия, 2011. - 425, [7] с. : ил. - (Сред. проф. образование). - ISBN 978-5-7695- 7621-8: 727-11 : 727-11.
6. Основы автоматизации технологических процессов : учеб. для СПО. Рек. УМО среднего профессионального образования в качестве учебника для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / А.В. Щагин [и др.]. - М. : Юрайт, 2016. - 163 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-9916-7670-0: 290-00 : 290-00.
7. Клуникова Ю.В., Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Клуникова Ю. В. -Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. - 124 с. - ISBN 978-5- 9275-2974-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927529742.html>
8. Абуталипова А.Н., Моделирование и оптимизация химикотехнологических процессов и систем [Электронный ресурс] / - Казань : Издательство КНИТУ, 2016. - 248 с. - ISBN 978-5-7882-2020-8 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788220208.html>

9. Назаренко Г.И., Основы теории медицинских технологических процессов. Ч.2. Исследование медицинских технологических процессов на основе интеллектуального анализа данных [Электронный ресурс] / Назаренко Г. И., Осипов Г. С. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 144с. – ISBN 5-9221-0677-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106775.html>

## **8.2. Дополнительная литература**

10. Сырецкий Г.А., Моделирование систем. Ч. 3 [Электронный ресурс]практикум /Г.А. Сырецкий - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. - 38 с. - ISBN 978-5-7782-1614-3- Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778216143.html>

11. Заварухин С.Г., Математическое моделирование химико13. технологических процессов и аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Заварухин С.Г. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 86 с. - ISBN 978-5-7782-3284-6 - Режимдоступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232846.html>

12. Королёв М.А., Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: в 2 ч. Ч. 1: Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование [Электронный ресурс] / М.А. Королёв [и др.]; под общей ред. чл.-корр. РАН проф. Ю.А. Чаплыгина.- 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - 400 с. - ISBN 978-5-9963-2904-5 – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329045.html>

13. Сырецкий Г.А., Автоматизация технологических процессов и производств : лабораторный практикум. Ч. 1 [Электронный ресурс]: учеб.-метод, пособие / Г.А.Сырецкий -18. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2012. - 116 с. - ISBN 978-5- 7782-1987-8 – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778219878.html>

## **8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)**

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Для проведения занятий по дисциплине имеются лекционные аудитории, оборудованные мультимедийной техникой с возможностью презентации обучающих материалов; аудитории для проведения семинарских и практических занятий, оборудованные учебной мебелью; библиотека с местами, оборудованными компьютерами, имеющими доступ к сети Интернет.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии)