

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

Д.В. Старов

«4» апреля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой технологий мате-
риалов и промышленной инженерии
Е.Ю. Степанович

«4» апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Проектирование робототехнических комплексов»

Составитель	Старов Д.В. старший преподаватель кафедры ТМПИ
Согласовано с работодателями	Язев Б.Б., Генеральный директор ООО СК «Квадро АйТи»; Кутузов Д.В., доцент кафедры «Связь» АГТУ;
Направление подготовки	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Направленность (профиль) ПОП	Инжиниринг аналоговых и цифровых сложно функциональных систем
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	заочная
Год приема	2025
Курс	3
Семестр(ы)	5,6

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля): ознакомление студентов с основными понятиями, методами построения, инструментами разработки прикладных программных решений для управления робототехническими комплексами.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): научить студентов основам проектной деятельности; ознакомить студентов с методами и инструментальными средами программирования робототехнических систем; научить студентов эффективно применять аналитические и численные методы и алгоритмы решения задач робототехники с использованием языков и систем программирования, систем компьютерной математики, инструментальных средств компьютерного моделирования; научить студентов использовать изученные методы программирования робототехнических систем для решения задач теоретического и прикладного характера

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) относится к блоку факультативные дисциплины.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами (модулями):

- *Высшая математика*
- *Физика*

Знания: знать терминологию и основные законы физики, принципы действия и математическое описание составных частей мехатронных и робототехнических систем; основные принципы проектирования систем автоматизации и управления объектами.

Умения: умение использовать законы физики; выполнять расчетно-графические работы по проектированию.

Навыки: иметь навыки построения и математического расчета физических моделей; навыки мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- *Производственная практика.*
- *Подготовка выпускной квалификационной работы.*

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

а) профессиональных (ПК): Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1).

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-1	ПК-1.1 Знает основы построения физических и математических моделей приборов	основы построения физических и математических моделей приборов	строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков	навыками компьютерного моделирования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в академических часах	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	28
- занятия лекционного типа, в том числе:	12
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе: - практическая подготовка (если предусмотрена)	16
- консультация (предэкзаменационная)	-
- промежуточная аттестация по дисциплине	
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	116
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	зачет - 5 семестр; зачет - 6 семестр.

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 5.										
Тема 1. Системный подход к проектированию ПР и РТК.	1,5				2			14,5	18	Опрос
Тема 2. Обобщенная структура и алгоритмы проектирования роботов для РТК.	1,5				2			14,5	18	Опрос
Тема 3. Агрегатно-модульный метод построения роботов и РТК.	1,5				2			14,5	18	Опрос
Тема 4. Алгоритмы проектирования подсистем промышленного робота.	1,5				2			14,5	18	Опрос

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Консультации										
Контроль промежуточной аттестации										Зачет
ИТОГО за семестр:	6				8			58	72	
Семестр 6.										
Тема 5. Роботы-манипуляторы в составе РТК.	1,5				2			14,5	18	Опрос
Тема 6. Расчет и выбор захватных устройств ПР.	1,5				2			14,5	18	Опрос
Тема 7. Принципы построения РТС.	1,5				2			14,5	18	Контрольная работа
Тема 8. Алгоритмы расчета геометрической компоновки РТС.	1,5				2			14,5	18	Контрольная работа
Консультации										
Контроль промежуточной аттестации										Зачет
ИТОГО за семестр:	6				8			58	72	
ИТОГО за весь период:	12				16			116	144	

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых в них компетенций

Разделы, темы дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-1	
Тема 1. Системный подход к проектированию ПР и РТК.	18	+	<i>1</i>
Тема 2. Обобщенная структура и алгоритмы проектирования роботов для РТК.	18	+	<i>1</i>
Тема 3. Агрегатно-модульный метод построения роботов и РТК.	18	+	<i>1</i>
Тема 4. Алгоритмы проектирования подсистем промышленного робота.	18	+	<i>1</i>
Тема 5. Роботы-манипуляторы в составе РТК.	18	+	<i>1</i>
Тема 6. Расчет и выбор захватных устройств ПР.	18	+	<i>1</i>
Тема 7. Принципы построения РТС.	18	+	<i>1</i>
Тема 8. Алгоритмы расчета геометрической компоновки РТС.	18	+	<i>1</i>

Краткое содержание тем дисциплины.

Тема 1. Системный подход к проектированию ПР и РТК.

Укрупненные этапы жизненного цикла изделия. Постановка вопроса проектирования. Оценка экономической целесообразности проведения разработки. Разработка функциональной спецификации. Назначение и классификация систем управления роботами и РТК, уровни управления. Задачи и основные этапы проектирования. Задачи проектирования роботов и РТК.

Тема 2. Обобщенная структура и алгоритмы проектирования роботов для РТК.

Нормативные акты. Состав и структура ТЗ. Анализ ТЗ. Анализ известных решений. Выбор компромиссного варианта Привлечение специалистов. Определение размеров робота и параметров движения по степеням подвижности. Геометрический синтез.

Тема 3. Агрегатно-модульный метод построения роботов и РТК.

Принцип декомпозиции в робототехнике. Суть метода. Эффективность применения. Модульная структура робота и системы.

Тема 4. Алгоритмы проектирования подсистем промышленного робота.

Алгоритм проектирования, содержание этапов, конструкторская документация. Номенклатура документов для стадий проектирования. Государственные стандарты. Стандарты предприятия. Стадии разработки конструкторской документации.

Тема 5. Роботы-манипуляторы в составе РТК.

Конструкции манипуляторов промышленных роботов. Приводы промышленных роботов. Общая характеристика используемых устройств (манипуляторов) роботов. Исполнительные устройства роботизированных производств, их манипуляционные функции и структуры. Геометрические и кинематические характеристики манипуляторов.

Тема 6. Расчет и выбор захватных устройств ПР.

Проектирование захватных устройств. Классификация захватных устройств. Основные этапы и содержание проектирования захватного устройства.

Тема 7. Принципы построения РТС. Алгоритмы расчета геометрической компоновки РТС.

Эскизирование. Эскизная компоновка.

Системы группового управления роботами. Применение роботов на основных и вспомогательных технологических операциях.

Тема 8. Алгоритмы расчета геометрической компоновки РТС.

Применение роботов в качестве основного технологического оборудования. Применение дистанционно управляемых роботов и манипуляторов.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

5.1. Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения

Лекционное занятие включает в себя последовательное изложение теоретических результатов с их доказательством, иллюстрацией примерами и замечаниями о связи с прикладными аспектами инженерно технической практики. Каждая лекция имеет однозначно заданные цели и задачи состоит из введения в излагаемый материал, собственно изложение материала, примеров решения задач и обсуждения полученных результатов и формулировки выводов.

Практическое занятие предназначено для отработки навыков применения методов решения типовых задач в соответствии с темой, обозначенной в тематическом плане. На занятии сту-

дентам предлагается к решению набор задач, и разъясняются направления их решения. На практическом занятии необходимо установить тесную взаимосвязь с обучающимися, создавать ситуации проясняющие особенности теории и ее приложений.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Самостоятельная работа ориентирует студента на детальное изучение теоретического материала и отработку навыков решения сложных прикладных задач. При самостоятельном изучении необходимо следовать основной линии лекционного курса, дополняя ее опущенными доказательствами и продвинутыми примерами из рекомендуемых источников.

Таблица 4

Содержание самостоятельной работы обучающихся

Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Тема 1. Системный подход к проектированию ПР и РТК.	14,5	Подготовка к опросу (изучение источников)
Тема 2. Обобщенная структура и алгоритмы проектирования роботов для РТК.	14,5	Подготовка к опросу (изучение источников)
Тема 3. Агрегатно-модульный метод построения роботов и РТК.	14,5	Подготовка к опросу (изучение источников)
Тема 4. Алгоритмы проектирования подсистем промышленного робота.	14,5	Подготовка к опросу (изучение источников)
Тема 5. Роботы-манипуляторы в составе РТК.	14,5	Подготовка к опросу (изучение источников)
Тема 6. Расчет и выбор захватных устройств ПР.	14,5	Подготовка к опросу (изучение источников)
Тема 7. Принципы построения РТС. Алгоритмы расчета геометрической компоновки РТС.	14,5	Подготовка к контрольной работе (изучение источников)
Тема 8. Алгоритмы расчета геометрической компоновки РТС.	14,5	Подготовка к контрольной работе (изучение источников)

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Контрольные мероприятия проводятся в виде письменных тестов

Реферат выполняется в печатном или рукописном виде на листах формата А4 в режиме двусторонней печати буклет. Зеркальные поля 10 мм, отступы сверху и снизу 15 мм. Шрифт 10, формулы в режиме по умолчанию MS Equation. Графики и структурные схемы выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ. Презентация выполняется в PowerPoint и должна содержать весь необходимый визуальный материал, раскрывающий тему реферата.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Традиционная технология, включающая в себя:

- информационную лекцию: последовательное изложение фундаментальных положений курса в дисциплинарной логике;
- практическое занятие и лабораторная работа: освоение конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Интерактивная технология, предполагающая активное и нелинейное взаимодействие участников образовательного процесса, нацеленное на достижение значимого результата. Интерактивность подразумевает субъект-субъектное взаимодействие, формирующее саморазвивающуюся информационно-ресурсную среду. Данная технология реализуется в виде:

- лекция «обратной связи»: изложение материала с заранее запланированными вопросами к аудитории и ошибками, реакция на которые определяет дальнейшее изложение материала;
- семинар-дискуссия: коллективное обсуждение изучаемой проблемы, выявление значимых предложений и их анализ.

Информационно-коммуникационная технология, основанная на применении программных сред и технических средств работы и информацией:

- лекция-визуализация: изложение материала сопровождается презентацией;
- практическое занятие в форме презентации: представление материала на примере работы в вычислительной или моделирующей средах.

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Системный подход к проектированию ПР и РТК.	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тренинг, выполнение индивидуального задания</i>
Тема 2. Обобщенная структура и алгоритмы проектирования роботов для РТК.	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тренинг, выполнение индивидуального задания</i>
Тема 3. Агрегатно-модульный метод построения роботов и РТК.	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тренинг, выполнение индивидуального задания</i>
Тема 4. Алгоритмы проектирования подсистем промышленного робота.	<i>Лекция с элементами обратной связи</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тренинг, выполнение индивидуального задания</i>
Тема 5. Роботы-манипуляторы в составе РТК.	<i>Лекция- диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тренинг, выполнение индивидуального задания</i>
Тема 6. Расчет и выбор захватных устройств ПР.	<i>Лекция- диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тренинг, выполнение индивидуального задания</i>
Тема 7. Принципы построения РТС. Алгоритмы расчета геометрической компоновки РТС.	<i>Лекция- диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тренинг, выполнение индивидуального задания</i>
Тема 8. Алгоритмы расчета геометрической компоновки РТС.	<i>Лекция- диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тренинг, выполнение индивидуального задания</i>

6.2. Информационные технологии

- облачные информационные ресурсы преподавателя;
- открытые электронные библиотеки;
- электронная почта преподавателя;
- взаимодействие участников учебного процесса с помощью ЭОИС MOODLE;
- открытые электронные источники видео-, аудиоинформации.

6.3. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Google Chrome	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
Maple 18	Система компьютерной алгебры
MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений

Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы:

1	Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». https://library.asu.edu.ru
2	Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: http://journal.asu.edu.ru/
3	Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО "ИВИС". http://dlib.eastview.com
4	<u>Электронно-библиотечная</u> система elibrary. http://elibrary.ru
5	Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АР-БИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС). http://mars.arbicon.ru

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

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

Таблица 5
Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы, темы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Тема 1. Системный подход к проектированию ПР и РТК.	ПК-1	Опрос
2	Тема 2. Обобщенная структура и алгоритмы проектирования роботов для РТК.	ПК-1	Опрос
3	Тема 3. Агрегатно-модульный метод построения роботов и РТК.	ПК-1	Опрос
4	Тема 4. Алгоритмы проектирования подсистем промышленного робота.	ПК-1	Опрос
5	Тема 5. Роботы-манипуляторы в составе РТК.	ПК-1	Опрос
6	Тема 6. Расчет и выбор захватных устройств ПР.	ПК-1	Опрос
7	Тема 7. Принципы построения РТС.	ПК-1	Опрос
8	Тема 8. Алгоритмы расчета геометрической компоновки РТС.	ПК-1	Опрос

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

Таблица 6
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 «удовлетво-»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные

рительно»	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 7

Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы для оценивания знаний по пройденной дисциплине:

1. Понятие мехатронной и робототехнической системы.
2. Признаки и состав мехатронной системы.
3. Особенности проектирования: интеграция знаний технологического процесса, технологической машины, механики и автоматического управления как особенность проектирования.
4. Требования к качеству проектирования.
5. Структура процесса проектирования; стадии проектирования, их особенности, содержание и взаимосвязь.
6. Основные кинематические структуры.
7. Методы решения прямой и обратной задач кинематики для манипуляционных систем.
8. Основные методы описания динамики манипуляционных и мехатронных систем.
9. Приведение сил: способы и методы приведения сил.
10. Основные типы приводов и их характеристики.
11. Постановка задачи и основные этапы проектирования приводов: задачи проектирования независимых приводов для систем с несколькими степенями подвижности.

12. Общие сведения по выбору электропривода и электродвигателей: исходные данные для расчета приводов, взаимосвязь кинематических и динамических параметров мехатронной системы; режимы работы приводов.
13. Алгоритмы и методики проектирования исполнительного устройства: выбор и расчет электропривода и исполнительных электродвигателей при различных режимах работы
14. Особенности проектирования систем управления

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования				
1.	Задание закрытого типа	Что является основной целью этапа технического проектирования в цикле разработки робототехнического комплекса? а) Разработка маркетинговой стратегии б) Создание эскизных набросков внешнего вида в) Детальная проработка конструкторской и технологической документации г) Составление сметы расходов на эксплуатацию	в	2
2.		Какой тип кинематической пары реализует вращательное движение между двумя звеньями манипулятора? а) Поступательная б) Цилиндрическая в) Вращательная г) Сферическая	в	2
3.		Что такое «рабочее пространство» робота-манипулятора? а) Помещение, в котором установлен робот б) Совокупность всех точек, которые может достигнуть инструмент (центр схвата) в) Область, охватываемая датчиками манипулятора г) Траектория, записанная в памяти контроллера	б	2
4.		Какой из перечисленных датчиков является внутренним (проприоцептивным) для	в	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		робототехнической системы? а) Видеокамера б) Тактильный сенсор на схвате в) Энкодер на оси двигателя г) Лазерный дальномер (LiDAR)		
5.		При каком подходе к управлению роботом управляющие воздействия вычисляются на основе математической модели объекта и цели без использования обратной связи от датчиков в реальном времени? а) Адаптивное управление б) Позиционное управление с обратной связью в) Силовое управление г) Программное управление	г	2
6.	Задание открытого типа	Что понимается под термином «степень подвижности» робота-манипулятора и чему она численно равна?	Степень подвижности — это количество независимых обобщенных координат (степеней свободы), необходимых для однозначного определения положения манипулятора в пространстве. Она численно равна числу управляемых приводов.	5
7.		Какие две основные стратегии используются для планирования траектории в сложной среде с препятствиями?	Для планирования траектории в среде с препятствиями используются стратегии глобального планирования (на основе известной карты) и локального планирования (для обхода неожиданных динамических препятствий).	5
8.		В чем заключается ключевая задача подсистемы технического зрения в промышленном робототехническом комплексе?	Ключевая задача — получение и интерпретация изображений для решения прикладных задач: идентификация, позиционирование, проверка качества или наведение манипулятора.	5
9.	Задание комбинированного типа	Какой метод навигации наиболее надежен для мобильного робота, работающего внутри	г В условиях отсутствия стабильного GPS и накопления ошибок	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<p>помещения, где сигналы глобальных спутниковых систем (GPS/ГЛОНАСС) недоступны или сильно искажены?</p> <p>а) Инерциальная навигация б) Навигация по визуальным меткам (QR-коды, ArUco) в) Одометрия на основе энкодеров колес г) SLAM (одновременная локализация и построение карты)</p> <p>Обоснование:</p>	<p>одометрии и инерциальных систем, метод SLAM является наиболее надежным и автономным решением. Он позволяет роботу одновременно строить непротиворечивую карту неизвестной среды и с высокой точностью определять в ней свое местоположение, используя данные лидаров, стереокамер или сонаров. Навигация по визуальным меткам требует их предварительной установки и может быть ненадежна при повреждении или загрязнении меток.</p>	
10.		<p>Какая архитектура программного обеспечения робота наиболее соответствует принципу модульности и возможности независимой отладки компонентов?</p> <p>а) Монолитная архитектура б) Архитектура на основе подписки/публикации сообщений (ROS-подобная) в) Послойная архитектура с прямыми вызовами г) Архитектура, управляемая событиями в едином потоке</p> <p>Обоснование:</p>	<p>б</p> <p>Данная архитектура, реализованная в таких фреймворках, как ROS, максимально соответствует принципам модульности и слабой связанности. Каждый функциональный узел (модуль) работает как независимый процесс, обмениваясь данными через стандартизированные сообщения по шине. Это позволяет разрабатывать, отлаживать и заменять отдельные компоненты (например, драйвер датчика, планировщик, контроллер) без остановки всей системы и без необходимости переписывания кода</p>	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			других модулей, что критически важно для сложных робототехнических комплексов.	

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Максимальный балл внутри каждого этапа распределяются преподавателем по типам контроля текущей успеваемости самостоятельно.

Преподаватель, реализующий дисциплину (модуль), в зависимости от уровня подготовленности обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

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

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	<i>Ответ на занятии</i>	10/4	40	
2.	<i>Выполнение лабораторных работ</i>	10/5	50	
Всего			90	-
Блок бонусов				
3.	<i>Посещение занятий</i>	10/0,5	5	
4.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>	10/0,5	5	
Всего			10	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-5
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-5
<i>Неготовность к занятию</i>	-10
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-10

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)	Зачтено
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

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

8.1. Основная литература:

1. Шкляр М.Ф. Основы научных исследований.- М.: Дашков и К, 2015.- 208с. URL: www.iprbookshop.ru/10946 (ЭБС «IPRbooks»).
2. Кузнецов И.Н. Основы научных исследований.- М.: Дашков и К, 2014.- 283с. URL: www.iprbookshop.ru/24802 (ЭБС «IPRbooks»).
3. Основы робототехники. Е.И. Юревич, СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
4. Основы робототехники. Е.П. Попов, Г.В. Письменный. Москва, Высш. шк., 1990. –224 с.
5. Робототехника. Под ред. Е.П. Попова и Е.И. Юревича. М.: Машиностроение, 1984. 316 с.
6. Промышленные роботы в машиностроении. Альбом схем и чертежей. Учебное пособие для технических ВУЗов. Под общей редакцией Ю.М. Соломенцева. М.: Машиностроение, 1986. – 140с.
7. Атлас конструкций элементов приборных устройств. Под ред. О.Ф. Тищенко. М.: Машиностроение, 1982. – 116 с.
8. Красовский Е.Я., Дружинин Ю.А., Филатова Е.М. Расчет и конструирование механизмов приборов и вычислительных систем. М.: Высшая школа, 1983 г. – 431с.

8.2. Дополнительная литература:

1. Планирование и организация эксперимента : практикум / . — Новосибирск : Новосибирский государственный аграрный университет, 2012. — 60 с.: URL: <http://www.iprbookshop.ru/64760.html> (ЭБС «IPRbooks»).
2. Статистические методы обработки, планирования инженерного эксперимента : учебное пособие / . — Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2015. — 93 с.: URL: <http://www.iprbookshop.ru/55912.html> (ЭБС «IPRbooks»).

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». URL: www.studentlibrary.ru.
2. Электронная библиотечная система IPRbooks. URL: www.iprbookshop.ru.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Специализированные лаборатории для выполнения лабораторных работ.
2. Комплект мультимедийного оборудования

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

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. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические

задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочесть задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).