

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Мочалин Константин Сергеевич
 Должность: И.о. ректора
 Дата подписания: 03.07.2026 11:43:51
 Уникальный программный ключ:
 b7695d6b97247fced4385685adb0d9f8e6f2cdf

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

**Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего образования
 "Сибирский государственный университет водного транспорта"**

Б1.В.17

Промышленные роботы и робототехнические системы рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Технической механики и подъемно-транспортных машин		
Образовательная программа	23.03.03 Направление подготовки "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" Профиль "Сервис и автоматизация перегрузочного оборудования транспортных терминалов" год начала подготовки 2024		
Квалификация	бакалавр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	108	Виды контроля на курсах: зачет 8	
в том числе:			
аудиторные занятия	40		
самостоятельная работа	64		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
Неделя	10 4/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	20	20	20	20
Практические	20	20	20	20
Иная контактная работа	4	4	4	4
Итого ауд.	40	40	40	40
Контактная работа	44	44	44	44
Сам. работа	64	64	64	64
Итого	108	108	108	108

Рабочая программа дисциплины

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 916)

составлена на основании учебного плана образовательной программы:

23.03.03 Направление подготовки "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов"
Профиль "Сервис и автоматизация перегрузочного оборудования транспортных терминалов"
год начала подготовки 2024

Рабочую программу составил(и):

к.т.н., Доцент, Пахомова Людмила Владимировна

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Заведующий кафедрой Пахомова Людмила Владимировна

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Курс «Промышленные роботы и робототехнические системы» базируется на естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплинах: высшая математика, физика, теоретическая механика, сопротивление материалов и строительная механика, приводы машин, вычислительная техника, компьютерное моделирование.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Пространственное проектирование узлов Т и ТТМО	
2.1.2	Пространственное проектирование узлов Т и ТТМО	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-2: Способен разрабатывать в составе коллектива и согласовывать проектно-техническую, конструкторскую документации по эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудовани

ПК-2.2: Участвует в составе коллектива в разработке конструкторской документации

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Виды документации на проектирование робототехнических систем.
3.2	Уметь:
3.2.1	Разрабатывать в составе коллектива и оформлять техническую документацию на проектирование робототехнических систем.
3.3	Владеть:
3.3.1	Знаниями по модернизации устройства робототехнических систем.

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	ПрПо дгот
Раздел	Раздел 1. Общие вопросы				
Лек	Основные понятия робототехники. Классификация ПР /Лек/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Ср	Основные понятия робототехники. Классификация ПР /Ср/	8	6	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Раздел	Раздел 2. Механические системы (МС)				
Лек	Структура манипулятора (М) /Лек/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Пр	Структура манипулятора (М) /Пр/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3	0
Ср	Структура манипулятора (М) /Ср/	8	6	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Лек	Структурный анализ М /Лек/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Пр	Структурный анализ М /Пр/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3	0

Ср	Структурный анализ М /Ср/	8	6	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Лек	Приводы степеней подвижности /Лек/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Пр	Приводы степеней подвижности /Пр/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3	0
Ср	Приводы степеней подвижности /Ср/	8	6	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Лек	Уравновешивающие системы /Лек/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Пр	Уравновешивающие системы /Пр/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3	0
Ср	Уравновешивающие системы /Ср/	8	6	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Лек	Захватные устройства /Лек/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Пр	Захватные устройства /Пр/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3	0
Ср	Захватные устройства /Ср/	8	6	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Раздел	Раздел 3. Системы управления (СУ)				
Лек	Классификация и структура СУ. Программное обеспечение ПР /Лек/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Ср	Классификация и структура СУ. Программное обеспечение ПР /Ср/	8	14	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Раздел	Раздел 4. ПР для погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ				
Лек	Роботы для погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ /Лек/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
Ср	Роботы для погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ /Ср/	8	14	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3	0
ИКР	Текущий контроль /ИКР/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.2 Л3.3	0

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1: «Общие вопросы»

Тема 1.1 Основные понятия робототехники

Понятие о промышленном роботе, манипуляторе. История возникновения и развития ПР. Классификация и технические характеристики. Структура ПР. Понятие о роботизированных технологических комплексах.

Раздел 2: «Механические системы (МС)»

Тема 2.1 Структура МС

Структура и устройство МС. Виды рабочих зон манипуляторов. Ки-нематические пары. Определение степеней

подвижности. Виды кинематиче-ских структур ПР. Понятие о маневренности, коэффициенте сервиса, разре-шающей способности.

Тема 2.2 Структурный анализ М

Структура исполнительного и рабочего органов М. Понятие о прямой и обратной задачах кинематики. Функциональные возможности М. Геомет-рические и аналитические решения задач синтеза М без избыточных и с из-быточными степенями подвижности. Понятие о прямой и обратной задачах динамики. Жесткость и деформации М. Алгоритм расчета динамических де-формаций.

Тема 2.3 Приводы степеней подвижности

Классификация и особенности применения приводов. Сравнительный анализ характеристик приводов. Расчет нагрузок от поступательных и вра-щательных степеней подвижности. Порядок расчетов гидро, пневмо и элек-троприводов.

Проектирование передаточных механизмов.

Тема 2.4 Уравновешивающие системы

Уравновешивание статических нагрузок М. Виды систем уравновеши-вания. Проектирование пружинно-уравновешенных систем.

Тема 2.5 Захватные устройства (ЗУ)

Классификация захватных устройств. Кинематические схемы ЗУ с жесткими пальцами. Расчет механических ЗУ.

Притягивающие ЗУ и захваты с адаптивными пальцами.

Раздел 3: «Системы управления (СУ)»

Тема 3.1 Классификация и структура СУ

Классификация СУ и требования к ним. Структурная схема СУ, уровни управления и связи с другими системами ПР.

Классификация ИС и датчиков, используемых в ПР. Очувствление и техническое зрение ПР. Обучение про-мышленных роботов. Обзор и характеристика роботоориентированных языков программирования.

Раздел 4: «ПР для погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ»

Тема 4.1 Роботы для ПР и ТС работ

Понятие о роботах и манипуляторах для ПР и ТС работ, структурные схемы. Принципы агрегатно-модульного построения ПР, преимущества, об-ласть применения. Особенности правил безопасной эксплуатации ПР, устройства обеспечения безопасной работы.

Содержание практических занятий

Раздел 2: « Механические системы (МС)»

Тема 2.1 Структура МС Структура и устройство МС.

Тема 2.2 Структурный анализ М Структура исполнительного и рабочего органов М.

Тема 2.3 Приводы степеней подвижности Порядок расчета электропривода ПР.

Тема 2.4 Уравновешивающие системы Проектирование пружинно-уравновешенных систем.

Тема 2.5 Захватные устройства Расчет механических ЗУ.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Вопросы текущего контроля

6.2. Темы письменных работ

Темы практических работ:
Структура манипулятора (М)
Структурный анализ М
Приводы степеней подвижности
Уравновешивающие системы
Захватные устройства

6.3. Контрольные вопросы и задания

Вопросы текущего контроля:

1. Какой тип привода обеспечивает наибольшие грузоподъемности манипуляторов?

А – Электропривод
Б – Гидропривод*
В – Ручной привод
Г – Пневмопривод

2. Как называют конструкции манипулятора, соединяемые в кинематические пары?

А – Балки
Б – Звенья*
В – Шарниры
Д – Фермы

3. Какую рабочую зону образует схема манипулятора ППП?

- А – Сферу
- Б – Конус
- В – Усеченный сектор
- Г – Параллелепипед*

4. Какую рабочую зону образует схема манипулятора ВВВ?

- А – Сферу*
- Б – Конус
- В – Усеченный сектор
- Г – Параллелепипед*

5. Какое из следующих материальных воплощений характеризует кинематическую пару 5 класса?

- А – Цилиндр на плоскости
- Б – Сфера на плоскости
- В – Сферический шарнир
- Г – Цилиндрический шарнир*

6. По какой формуле определяют степень подвижности плоской кинематической цепи манипулятора?

- А – $W = 3n - 2P_5 - 1P_4$ *
- Б – $W = n - 2P_5 - 1P_4$
- В – $W = (6n - 1) - 2P_5 - 1P_4 - P_3$
- Г – $W = 5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - P_1$

7. Какие из следующих схем манипуляторов существуют?

- А – ДКП
- Б – ВВП*
- Г – ККД
- Д – ВКД

8. Что является задачей синтеза кинематической структуры манипулятора?

- А – Определение трудозатрат на монтаж манипулятора
- Б – Определение положения манипулятора, типа привода и характеристик кинематических пар*
- В – Определение типа системы управления манипулятором с дальнейшим ее программированием и апробацией
- Д – Выведение законов движения всех точек манипуляторной цепи

9. Какие уравновешивающие системы существуют?

- А – Пружинные*
- Б – Тормозные
- В – Корректирующие массу*
- Г – Пульсационные

10. Если преследуется цель высокой пожаробезопасности, то какой тип привода манипулятора нужно применять?

- А – Электропривод
- Б – Гидропривод
- В – Ручной привод
- Г – Пневмопривод*

11. Какие средства очувствления промышленных роботов существуют?

Ответ: Оптические датчики (машинное зрение), датчики усилий, датчики положения, инфракрасные датчики, ультразвуковые датчики, датчики температуры.

12. Что подразумевается под коэффициентом сервиса промышленных роботов?

Ответ: Маневренность манипулятора применительно к двум соседним звеньям. Отношения углов положений звеньев в крайних их точках.

13. Сформулируйте прямую задачу динамики.

Ответ: Прямая (основная) задача динамики – определение координат тела и его скорости в любой момент времени по известным начальным условиям и силам, действующим на тело.

14. Сформулируйте обратную задачу динамики.

Ответ: Обратная задача динамики – определение действующих на тело неизвестных сил по координатам тела в любой момент времени.

15. Как избыточные степени подвижности влияют на эксплуатацию манипулятора?

Ответ: Избыточные степени подвижности бывают полезными, либо вредными для работы механизма. Их часто специально вводят в механизм для уменьшения износа элементов пары, улучшения условий смазки, самоустановки звеньев под нагрузкой, повышения надежности и КПД. В тоже время лишние степени свободы могут приводить к возникновению дополнительных вибраций и инерционных сил. Неумелое назначение лишних степеней подвижности может привести к групповой подвижности и заклиниванию манипуляторной цепи.

16. Определите степень подвижности манипулятора, изображенного на рисунке.

Ответ: $W = 3n - 2P_5 - 1P_4 = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 5 - 1 \cdot 0 = 5$

17. Перечислите классификацию систем программного управления промышленными роботами.

Ответ: Цикловое, позиционное, контурное управление.

18. Какие различают захватные устройства по типу взаимодействия с грузом?

Ответ: 1. Поддерживающие, подхватывающие объект за нижнюю поверхность, выступы или отверстия без его зажатия. 2. Удерживающие, представляющие собой емкости типа ковша или совка и предназначенные для удержания и перемещения в них мелких насыпных деталей, сыпучих и жидких материалов. 3. Притягивающие, удерживающие объект, благодаря использованию различных физических эффектов, например, магнитного или вакуумного притяжения. 4. Зажимные, захватывающие и удерживающие объект кинематическим воздействием рабочих элементов (губок, клещей, пальцев и т.п.) за счет сил трения или комбинации сил трения и запирающих усилий. 5. Зачерпывающие, захватывающие, насыпные, штучные либо сыпучие материалы и удерживающие их в емкости, образуемой смыкаемыми "челюстями"; такие устройства обычно называют гриферами.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Критерии оценивания:

"неудовлетворительно" - Студент показывает слабый уровень теоретических знаний, не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на дополнительные вопросы или затрудняется с ответом на них. Не имеет четкого представления об изучаемом материале, допускает грубые ошибки. Демонстрирует частичные, фрагментарные, очень поверхностные умения, допуская грубые ошибки. Демонстрирует низкий уровень владения материалом, допуская грубые ошибки. Тест - менее 60% правильных ответов.

"удовлетворительно" - Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при ведении практических примеров. Фрагментарное, знания без грубых ошибок Частичные, демонстрирует умения без грубых ошибок. Не отработаны навыки и приёмы самостоятельной работы без грубых ошибок. Тест - 60-74% правильных ответов.

"хорошо" - Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует основными понятиями. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно. Демонстрация знаний в базовом (стандартном) объёме, способность к решению типовых задач. Демонстрация умений на базовом (стандартном) уровне Владение базовыми навыками и приемами под контролем или руководством. Тест - 75-84% правильных ответов.

"отлично" - Студент показывает не только высокий уровень теоретических знаний по изучаемой дисциплине, но и видит междисциплинарные связи. Умеет анализировать практические ситуации. Ответ построен логично. Материал излагается четко, ясно, аргументировано. Уместно используется информационный и иллюстративный материал. Демонстрация высокого уровня знаний; способность самостоятельного анализа и реализации полученных знаний. Демонстрация умений высокого уровня; способность разработать самостоятельный, характерный подход к решению поставленной задачи. Владение навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала. Тест - 85-100% правильных ответов.

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

7.1 Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
---------------------	----------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Климов А. С., Машнин Н. Е.	Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке	Москва: Лань, 2017
7.1.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Шарутина	Основы робототехники: учеб. пособие для вузов вод. трансп. по спец. 150900 "Эксплуатация перегруз. оборудования портов и трансп. терминалов"	Новосибирск: НГАВТ, 2000
Л2.2	Лукинов А. П.	Проектирование мехатронных и робототехнических устройств	Москва: Лань, 2012
Л2.3	Иванов Анатолий Андреевич	Основы робототехники: учебное пособие	Москва: ФОРУМ, 2016
7.1.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Шарутина	Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Основы робототехники": для студентов оч. обучения по спец. 15.09 "Эксплуатация перегрузоч. оборудования портов и трансп. терминалов"	Новосибирск: НГАВТ, 2001
Л3.2	Зуев Андрей Анатолевич, Пахомова Людмила Владимировна, Наприенко Анна Андреевна, Пичхадзе Вадим Рафаилович, Щербакова Ольга Валерьевна	Гидравлический перегрузочный манипулятор: учебно-методическое пособие	Новосибирск: СГУВТ, 2023
Л3.3	Пахомова, Л. В.	Промышленные роботы и робототехнические системы: учебное пособие	Новосибирск: Сибирский государственный университет водного транспорта, 2022

7.3 Перечень программного обеспечения

Операционная система Windows

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Назначение	Оборудование
Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели
Учебная аудитория для проведения практических занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Комплект учебной мебели; ПК – 6 шт., подключенных к сети "Интернет" и обеспечивающих доступ в электронную информационно-образовательную среду Университета.