

Министерство образования и науки Украины

Донбасская государственная машиностроительная  
академия

Методические указания

к самостоятельной работе по дисциплине

«Основы промышленной робототехники отрасли»  
(для студентов специальности 7.090218 «Металлургическое  
оборудование»)

У Т В Е Р Ж Д Е Н О

на заседании кафедры  
автоматизированных металлургических  
машин и оборудования  
Протокол №2  
от 31.10.2000г.

УДК 621.771

Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Основы промышленной робототехники отрасли» (для студентов специальности 7.090218 «Металлургическое оборудование»)/Сост.В.Г.Пашков.-Краматорск: ДГМА, 2001.- 14 с.

Приведены содержание и последовательность изучения материала, контрольные вопросы для самопроверки.

Представлен график самостоятельной работы над курсом.

Составитель  
Отв.за выпуск

В.Г.Пашков, ст.препод.  
Ю.К.Доброносков,ст.препод.

Редактор

Нелли Александровна Хахина

Подп. в печ.

Формат 60x84 1/16

Офсетная печать. Усл. печ.л.

Уч.-изд.л.

Тираж 20 экз

---

ДГМА, 84313 г.Краматорск, ул.Шкадинова 72

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Целью изучения дисциплины «Основы промышленной робототехники отрасли» является формирование у будущих специалистов комплекса профессиональных знаний, которые необходимы для практической деятельности, связанной с выбором оборудования промышленных роботов и их эксплуатацией, умении анализировать и прогнозировать эффективность его работы, создавать автоматизированные линии с применением роботов и манипуляторов.

Программой дисциплины предусмотрено изучение роботов и манипуляторов, которые применяются в промышленности, в том числе в металлургической, их устройства и условий эксплуатации, методики расчета основных узлов и механизмов, в том числе с использованием вычислительной техники.

Изучение дисциплины основано на, полученных студентами знаниях предыдущих дисциплин: математики, физики, теоретической механики, теории механизмов и машин, информатики, экономики, а также спецдисциплин по специальности.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

назначение, устройство и условия работы промышленных роботов и манипуляторов;  
элементы манипуляторов и роботов, принцип их проектирования;  
преимущества и недостатки отдельных видов промышленных роботов и манипуляторов;  
основы механики и систем управления роботов и манипуляторов;  
основы проектирования роботов и манипуляторов;  
перспективы и направления усовершенствования роботов и манипуляторов;  
технико-экономические показатели металлургических роботов и манипуляторов.

В результате изучения курса студент должен уметь:

верно выбрать тип и основные параметры промышленных роботов и манипуляторов, которые обеспечивают необходимые технико-экономические показатели;  
самостоятельно разрабатывать структурные схемы промышленных роботов и их элементов по выходным данным;  
обосновать выбор конструкции механизмов, узлов, типа привода промышленных роботов и манипуляторов;  
выполнять расчеты нагрузок, которые действуют на элементы роботов и манипуляторов, кинематические расчеты;  
определять технико-экономические показатели металлургических роботов и манипуляторов.

При самостоятельной работе над курсом «Основы промышленной робототехники отрасли» студент должен руководствоваться программой, методическими указаниями и рекомендациями, полученными на лекционных и лабораторных занятиях.

По всем разделам курса в указаниях приводятся ссылки на литературу, относящуюся к данному разделу. Например, при изучении раздела «Введение в задачи курса. Основные термины и понятия. Классификация промышленных роботов (ПР)» студент может найти необходимые ему сведения в источниках [1, с.7...15; 2, с.6...29].

Прорабатывая разделы курса, следует кратко конспектировать основные положения, теоретические расчеты и принципиальные схемы в дополнение к материалу, рассмотренному во время аудиторных занятий.

## 2 РАЗВЕРНУТАЯ ПРОГРАММА КУРСА

2.1 Введение в задачи курса. Основные термины и понятия. Классификация промышленных роботов (ПР).

Вступление. Развитие промышленных роботов. Место и обоснование необходимости использования промышленных роботов в металлургии. Условия работы современных промышленных роботов и требования к ним. Основные термины, которые используются при изучении дисциплины.

Классификация роботов по направлениям деятельности. Классификационные признаки. Манипуляторы: определение, отличие от роботов, применение [1, с.7...15; 2, с.6...29].

### Вопросы для самопроверки

- 1 Кто и когда ввел впервые термин «робот» в лексикон человечества?
- 2 Что понимают под термином «робот» и термином «манипулятор» в настоящее время?
- 3 В чем суть робототехники?
- 4 Поясните причины, которые предопределили развитие промышленной робототехники.
- 5 По каким признакам классифицируют роботы?
- 6 Сформулируйте понятие «промышленный робот», «транспортный робот», «технологический робот».
- 7 Какие цели позволят реализовать использование промышленных роботов в металлургии?

### 2.2 Структура и конструкция промышленных роботов

Рабочие органы, органы перемещения, органы управления, информационно-измерительная система, привод робота. Особенности структурных составляющих промышленных роботов. Роботы 1, 2, 3-го поколений. «Искусственный интеллект» [1, с.15...22; 2, с.39...51; 3, с.8...12; 4, с.3...25].

### Вопросы для самопроверки

- 1 Охарактеризуйте и приведите примеры использования ПР 1, 2, 3-го поколений. В чем принципиальное различие между роботами упомянутых поколений?
- 2 Сформулируйте содержание понятия «искусственный интеллект».
- 3 Перечислите основные технические характеристики и параметры (ПР).
- 4 Области использования и виды работ, выполняемые ПР.
- 5 Назовите основные подсистемы ПР и раскройте их функциональное назначение.
- 6 Дайте определение и раскройте понятие исполнительного механизма и захватных приспособлений роботов.
- 7 Структура и устройства ПР.

### 2.3 Структурно-кинематические схемы манипуляторов

Кинематические пары исполнительных органов манипуляторов. Число степеней свободы и кинематические параметры манипуляторов. Замена высших кинематических пар нижними. Движения манипуляторов: глобальные, региональные, локальные. Маневренность манипулятора. Особенности работы в разных системах координат. Основы динамики манипуляторов. Конфигу-

рации зон обслуживания. Характеристика рабочей зоны. Основные элементы (модули) обобщенной структуры манипуляционной системы робота. Кинематическая схема компоновки манипулятора [1,с.37...48; 2,с.39...51; 4,с.25...32].

### Вопросы для самопроверки

- 1 Что такое «степень подвижности» ПР? Как определяют степень подвижности?
- 2 Изобразите схему кинематических пар 5-го класса, используемых в ПР?
- 3 Изобразите принципиальную схему конструктивной компоновки любого известного Вам ПР.
- 4 Изобразите конструктивные компоновки ПР с прямоугольной, цилиндрической, угловой и сферической системами координат.
- 5 Какие пары используют для ориентирующих степеней подвижности?
- 6 Приведите характеристику рабочей зоны ПР.
- 7 Приведите суммарные ошибки позиционирования ПР.
- 8 Охарактеризуйте агрегатно-модульный принцип построения ПР.

### 2.4 Исполнительные механизмы промышленных роботов. Захватные устройства (ЗУ)

Задачи исполнительных механизмов. Классификация исполнительных механизмов. Рабочие органы ПР. Захватные приспособления промышленных роботов. Схемы захватов. Механические захватные приспособления. Вакуумные и пневматические захватные приспособления. Электромагнитные захваты. Расчет сил для различных типов захватов. Расчет конструктивных параметров механических захватных устройств [1,с.137...168; 3,с.46...107; 4,с.33...46].

### Вопросы для самопроверки

- 1 Что понимают под термином «исполнительные механизмы ПР»??
- 2 Сформулируйте понятие «манипулирование».
- 3 Назначение захватных устройств и требования, предъявляемые к ним.
- 4 Классификация ЗУ.
- 5 Изобразите известные Вам схемы механических ЗУ.
- 6 Изложите (в общем виде) методику расчета усилия удержания объекта манипулирования механическим схватом с плоскими губками.
- 7 Принцип создания удерживающей силы при захвате плоских предметов вакуум-присосками. Типы вакуум-захватов.
- 8 Изобразите принципиальные схемы известных Вам вакуум-захватов.
- 9 Запишите и проанализируйте формулу для определения силы удержания вакуум-захватов.
- 10 Конструктивная схема электромагнитного захвата.
- 11 Факторы, влияющие на подъемную силу электромагнитного захвата. Формула для определения этой силы.
- 12 Охарактеризуйте поисковые системы ЗУ.

### 2.5 Приводы промышленных роботов и манипуляторов

Назначение и классификация приводов. Пневматический привод, его схема и конструктивные исполнения. Особенности гидравлических приводов промышленных роботов. Комбинированные приводы, их конструкции. Расчетные нагрузки и определение мощности привода промышленного робота. Компоновка электропривода с манипуляционной системой. Передаточные механизмы ПР [2,с.51...64; 3,с.232...257; 4,с.46...60].

#### Вопросы для самопроверки

- 1 Признаки, по которым классифицируются приводы промышленных роботов и манипуляторов.
- 2 Охарактеризуйте пневмопривод. Его преимущества, недостатки.
- 3 Охарактеризуйте гидропривод. Его преимущества, недостатки.
- 4 Сущность конструкции электрогидравлического шагового привода.
- 5 Приведите схему и охарактеризуйте электропривод.
- 6 Охарактеризуйте две схемы конструктивной компоновки электропривода.
- 7 Перечислите рабочие нагрузки, возникающие в манипуляторе ПР.

#### 2.6 Системы управления промышленными роботами

Классификация систем управления. Дистанционные системы управления. Интерактивные системы управления. Автоматические системы управления. [2,с.133...184; 4,с.62...72].

#### Вопросы для самопроверки

- 1 Что составляет сущность понятия «системы управления ПР»?
- 2 Перечислите требования, предъявляемые к системам управления.
- 3 По каким признакам классифицируют системы управления?
- 4 Перечислите системы дистанционного управления.
- 5 Охарактеризуйте командную и копирующую системы.
- 6 В чем сущность полуавтоматической системы?
- 7 Что представляет собой интерактивные системы?
- 8 Дайте краткий анализ автоматических систем управления.
- 9 Охарактеризуйте схему с искусственным интеллектом.

#### 2.7 Информационное обеспечение промышленных роботов )

Подсистемы внешней информации. Требования к датчикам внешней среды. Виды датчиков. Подсистема датчиков внутренней информации. [2,с.185...230; 3,с.270...300; 4,с.73...80].

#### Вопросы для самопроверки

- 1 В чем состоит проблема информационного обеспечения ПР?
- 2 Что представляет собой подсистема внутренней информации и подсистема внешней информации?
- 3 Какие типы датчиков используют в этих системах?
- 4 Перспективы развития системы управления ПР.

#### 2.8 Сбалансированные манипуляторы

Общие сведения. Области применения. Основные параметры. Устройство сбалансированных манипуляторов. Исполнительное устройство на основе пантографа, его расчет. [3, с.165...169; 4, с.81...98].

### Вопросы для самопроверки

- 1 Охарактеризуйте назначение и область применения сбалансированных манипуляторов (СМ).
- 2 Объясните принцип устройства СМ
- 3 Перечислите захватные устройства СМ.
- 4 Расскажите о работе и управлении СМ.
- 5 Дайте перечень и краткую характеристику основных параметров СМ.
- 6 От каких параметров зависит величина зоны обслуживания СМ?
- 7 По каким признакам классифицируют приводы СМ?
- 8 Охарактеризуйте приводы СМ. Какие приводы более предпочтительны?
- 9 Перечислите требования к рычажным механизмам исполнительных устройств.
- 10 Приведите схему рычажного механизма, содержащего пантограф.
- 11 Какова принципиальная суть пантографа?
- 12 Какие разновидности схем пантографов Вам известны?
- 13 Изобразите схему рычажного механизма с горизонтальной направляющей (с тремя рабочими точками).
- 14 Изобразите схему рычажного механизма с вертикальной направляющей.
- 15 Изобразите схему исполнительного устройства на базе параллелограмма.
- 16 Объясните назначение и конструкцию прямил, изобразите схему.
- 17 Объясните необходимость уравновешивания исполнительных устройств СМ.
- 18 Какие способы уравновешивания Вам известны? Их преимущества и недостатки.

### 2.9 Манипуляторы, промышленные роботы и роботизированные комплексы, применяемые в металлургии

Особенности роботизации металлургического производства. Роботизация на обогатительных и агломерационных фабриках. Использование роботов и манипуляторов при производстве чугуна и стали. Манипуляторы в доменных печах. Манипуляторы мартеновских и конверторных цехов. Использование промышленных роботов в электрометаллургии.

Промышленные роботы и манипуляторы в прокатном производстве. Использование манипуляторов в цехах горячей прокатки. Использование манипуляторов в линиях отделки прокатной металлопродукции. Промышленные роботы в кузнечно-прессовом производстве. Манипуляторы в копровых цехах.

Роботизированные комплексы (РТК) в металлургии. РТК в огнепорном производстве. РТК в ремонтно-механических цехах [1, с.333...337; 2, с.288-312; 4, с.101...126].

### Вопросы для самопроверки

- 1 Охарактеризуйте особенности роботизации металлургического производства.
- 2 Почему внедрение ПР и манипуляторов наблюдается больше в ремонтных, а не в основных цехах металлургических предприятий?
- 3 Какие операции (работы) в цехах металлургических заводов следует роботизировать?
- 4 Какие работы механизированы с помощью ПР на обогатительных и агломерационных фабриках?

- 5 Для каких технологических операций использованы манипуляторы в доменных цехах?
- 6 Проанализируйте внедрение машины монолитной футеровки ковшей в мартеновских цехах.
- 7 Приведите примеры использования ПР и манипуляторов в конверторных и электросталеплавильных цехах.
- 8 Охарактеризуйте внедрение ПР и манипуляторов в литейном производстве.
- 9 На каких работах использованы ПР и манипуляторы в кузнечно-штамповочном производстве?
- 10 Перечислите технологические операции, на которых внедрены ПР и манипуляторы в прокатном производстве.
- 11 Приведите примеры использования ПР и манипуляторов в ЦМК и копровом цехе.
- 12 Что включает в себя любой робототехнический комплекс (РТК)?
- 13 В каких производствах металлургии используются РТК?
- 14 Приведите принципиальную схему и охарактеризуйте РТК любого известного Вам производства металлургического предприятия.
- 15 Почему в механическом цехе металлургического предприятия больше, чем в других цехах внедрено РТК?

## 2.10 Экономическая эффективность роботизации в металлургии

Целесообразность внедрения манипуляторов и промышленных роботов. Основные источники экономической эффективности ПР и робототехнических комплексов. Стоимость роботизации и период окупаемости. Экономические показатели эффективности применения ПР. Расчет годового экономического эффекта от использования ПР[2,с.352...357; 4,с.127...134].

### Вопросы для самопроверки

- 1 Перечислите и охарактеризуйте показатели, принимаемые при технико-экономическом обосновании эффективности роботизации в металлургии.
- 2 Какова стоимость систем управления в общей стоимости промышленного робота и почему?
- 3 Каковы ориентировочные нормы экономической эффективности при эксплуатации ПР и манипуляторов?
- 4 Почему вырастает эффективность роботизации при групповом использовании ПР?
- 5 В каких случаях целесообразно внедрять ПР, если это экономически не выгодно?
- 6 Перечислите и охарактеризуйте основные показатели эффективности внедрения ПР.
- 7 Напишите и дайте анализ выражению (формуле) для определения срока (быстроты) окупаемости затрат на роботизацию.
- 8 Как влияет на показатель окупаемости интенсивность (сменность) использования ПР?
- 9 За счет чего образуется основная прибыль при роботизации?
- 10 Почему роботизация более целесообразна и экономически эффективнее в металлургии, чем в машиностроении?
- 11 Напишите формулу для расчета годового экономического эффекта и сделайте анализ.



# СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

## Основная

- 1 Ямпольский Л.С. и др. Элементы робототехнічних пристроїв і модулі ГВС: Підручник.-К.: Вища школа, 1992.-431 с.
- 2 Костюк В.И. и др. Промышленные роботы:Конструирование, управление, эксплуатация.-К.: Вища школа, 1985.-359 с.
- 3 Детали и механизмы роботов: Основы расчета, конструирования и технологии производства: Учебн. пособие /Р.С.Веселенков и др.- К.: Вища школа, 1990.-343 с.
- 4 .Ульяницкий В.Н. Металлургические манипуляторы и роботы: Учебн. Пособие.-К.:УМК.ВО, 1993.-140 с.

## Дополнительная

- 5 Самойлов С.И. Промышленные роботы и их применение в машиностроении. Свердловск, 1977.- 140 с/
- 6 Боголюбов А.Н. и др. Популярно о робототехнике.-К.:Наукова думк., 1989.- 175 с.
- 7 Спыну Г.А. Промышленные роботы. Конструирование и применение.-К.-Вища школа, 1999.- 311 с.
- 8 Белянин П.Н. Промышленные роботы.-М.:Машиностроение,1975.-398 с.
- 9 Попов Е.П., Юревич Е.Н. Робототехника.-М.: Машиностроение,1984.- 288 с.
- 10 Гурин М.А. Проектирование ручных манипуляторов.-Свердловск,1986.-288 с.
- 11 Касьянов С.Ф. Механизация и автоматизация в черной металлургии.- М.:Металлургиздат,1963.-351 с.
- 12 Королев А.А. Прокатные станы и оборудование прокатных цехов.:Учебн. пособие.- М.:Металлургиздат,1987.- 480 с.
- 13 Целиков А.И. и др. Машины и агрегаты металлургических заводов.- М.:Металлургиздат,1987. В 3 т./А.И.Целиков, П.И.Полухин, В.М.Гребенник и др.М.: Металлургия.-Т.1: Машины и агрегаты доменных цехов.-1987.-440 с. Т.2.Машины и агрегаты сталеплавильных цехов, 1988.-432 с. Т.3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката, 1988.-680 с.

Приложение А

ГРАФИК

Самостоятельной работы по дисциплине «Основы промышленной робототехники отрасли»

Номера недель весеннего семестра																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
					Кон- трольная работа №1			Отчет по ЛР 1,2,3		Кон- трольная работа №2						Отчет по ЛР 1,2,3	

ПРИМЕЧАНИЕ: На контрольную работу №1 выносятся темы 2.1.-2.4 настоящих методических указаний; на контрольную работу №2 – темы 2.5-2.7.