

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачёва»

**Н. П. Курьшкин**

## **ОСНОВЫ РОБОТОТЕХНИКИ**

**Методические указания к самостоятельной работе**

Рекомендовано учебно-методической комиссией направления  
подготовки 150700.62 «Машиностроение»  
в качестве электронного издания  
для самостоятельной работы

Кемерово 2014

Рецензенты:

Клепцов А. А. – к.т.н., доцент, председатель учебно-методической комиссии направления подготовки 150700.62 «Машиностроение»

Любимов О. В. – к.т.н., доцент кафедры прикладной механики

**Курышкин Николай Петрович. Основы робототехники** [Электронный ресурс]: методические указания к самостоятельной работе для студентов направлений подготовки 151900.62 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Технология машиностроения»; 150700.62 «Машиностроение», профили «Оборудование и технология сварочного производства», «Реновация оборудования топливно-энергетического комплекса», очной формы обучения / Н. П. Курышкин. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2014. – Систем. требования : Pentium IV ; ОЗУ 256 Мб ; Windows XP, мышь. – Загл. с экрана.

В методических указаниях изложены основные цели и методы выполнения, содержание и формы контроля самостоятельной работы студентов по курсу «Основы робототехники».

© КузГТУ, 2014

© Н. П. Курышкин, 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для студентов направлений подготовки бакалавров: 151900.62 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль «Технология машиностроения»); 150700.62 «Машиностроение» (профили «Оборудование и технология сварочного производства», «Реновация оборудования топливно-энергетического комплекса»), изучающих дисциплину «Основы робототехники» и имеют цель – закрепление теоретических знаний и получение практических навыков.

### 1. ЦЕЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Целью самостоятельной работы студентов является систематическое изучение дисциплины в течение семестра, закрепление и углубление полученных знаний и навыков, подготовка к предстоящим занятиям, а также формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний и умений.

Систематическое изучение дисциплины позволит студенту достигнуть уровня требований ФГОС к профессиональной подготовленности.

### 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЁМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В приведённой ниже таблице представлены виды самостоятельной работы студентов с разбивкой по неделям семестра и с указанием трудоёмкости в часах и зачётных единицах. В квадратных скобках указаны номера литературных источников из списка литературы.

№ недели	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, часы/ЗЕ
1, 2	Подготовка реферата по теме «История и объективные предпосылки развития робототехники» [1, 2, 3, 4]	4/0,1111
2	Изучение и конспектирование 1 раздела « <i>Что такое робот?</i> » [1]	3/0,0833

1, 2	Оформление отчетов к лабораторным работам №1 и №2	2/0,0556
3, 4	Изучение и конспектирование 2 раздела « <i>Кинематический анализ манипуляторов</i> » [1]	3/0,0833
5, 6	Разработка и отладка компьютерной программы кинематического анализа манипулятора (обратная задача)	8/0,2222
5, 6	Оформление отчётов по лабораторным работам №3 и №4	2/0,0556
5, 6	Подготовка реферата по теме «Уравнения Лагранжа второго рода в решении прямой задачи динамики манипуляторов» [1, 3, 4, 5]	3/0,0833
5, 6	Изучение и конспектирование 3 раздела « <i>Динамика манипуляторов</i> » [1]	3/0,0833
5, 6	Оформление отчётов по лабораторной работе №5	2/0,0556
7, 8	Изучение и конспектирование 4 раздела « <i>Точность промышленных роботов</i> » [1]	3/0,0833
9	Оформление отчёта по лабораторной работе №6	2/0,0556
9, 10	Подготовка реферата по теме «Сервоприводы и сенсорные устройства современных промышленных роботов» [1, 2, 4]	3/0,0833
11, 12	Изучение и конспектирование 5 раздела « <i>Принципы работы промышленных роботов</i> » [1]	3/0,0833
11, 12	Разработка и отладка программы работы микроконтроллера семейства XМega А-1	5/0,1389
13	Оформление отчётов по лабораторным работам №7, №8 и №9	2/0,0556
14, 15	Изучение и конспектирование 6 раздела « <i>Технологическое применение промышленных роботов</i> » [1]	3/0,0833
15, 16	Разработка и отладка программы работы промышленного робота в составе ГПС на компьютерном имитаторе	5/0,1389
16, 17	Оформление отчётов по лабораторным работам №10, №11	2/0,0556
Итого:		58/1,6111

### **3. МЕТОДЫ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Как видно из приведённой выше таблицы, при изучении дисциплины предусматриваются следующие формы самостоятельной работы студента:

- чтение текстов учебных пособий по курсу;
- чтение дополнительной литературы с конспектированием текстов;
- подготовка рефератов на заданную тему;
- оформление отчётов по лабораторным работам;
- разработка и отладка компьютерных программ.

#### **3.1. Чтение текста учебных пособий и дополнительной литературы по курсу**

Самостоятельная работа при чтении текстов учебной литературы должна быть увязана с работой над конспектами лекций. Причём работа над конспектами должна предшествовать чтению текста учебной литературы, т.е. должен быть первичный объём знаний, полученный при прослушивании лекций преподавателя.

Чтение учебной литературы должно сопровождаться конспектированием основных положений изучаемого раздела курса с выделением спорных и непонятных частей текста, которые выясняются у преподавателя во время консультаций по курсу или в процессе контроля самостоятельного изучения разделов курса.

При чтении учебной литературы студентом, при необходимости, делаются эскизы схем, графиков, рисунков, поясняющих суть читаемого и изучаемого текста.

При проработке нового материала составляется конспект – это сжатое изложение самого существенного в данном материале. Конспект должен быть кратким и точным в выражении мыслей автора своими словами. Иногда можно воспользоваться и словами автора книги (статьи), оформляя их как цитату.

Максимально точно записываются: формулы, определения, схемы, трудные для запоминания места, от которых зависит понимание главного; всё новое, незнакомое, чем часто придётся пользоваться и что трудно получить из других источников, а также цитаты и статистику.

Чтение информационного материала должно завершаться запоминанием. Это процесс мышления, в результате которого происходит закрепление нового путём связывания с уже приобретённым ранее.

Запоминаемый материал следует логически осмыслить. Составить план заучиваемого материала, разбить его на части, выделить в них опорные пункты, по которым легко ассоциируется всё содержание данной части материала. Полезно также повторение запоминаемого материала.

### **3.2. Подготовка рефератов на заданную тему**

Реферат представляет собой изложение имеющихся в научной и учебной литературе концепций по заданной проблемной теме. В реферате должны быть грамотно и логично изложены основные идеи по заданной теме, содержащиеся в нескольких источниках.

В тексте не должно быть ничего лишнего, не относящегося к теме. Соответствие содержания реферата заявленной теме составляет один из критериев его оценки. Кроме того, при оценке реферата обращается внимание на умение студента работать с литературой, навыки логического мышления, культуру письменной речи, знание оформления научного текста, ссылок, составления библиографии. Начинается реферат с титульного листа, на котором указывается название темы реферата, изучаемой дисциплины, фамилии студента-автора реферата и преподавателя. Далее следует «Содержание» – план реферата с указанием номеров страниц. Текст делится на три части: введение, основную часть и заключение.

Во введении обосновывается актуальность темы, кратко характеризуется основная проблема, цель и задачи работы. Основная часть представляет собой главное звено логической цепи реферата. В основной части последовательно, с соблюдением логической преемственности между разделами, раскрывается поставленная во введении проблема. В заключении подводятся общие итоги работы, формулируются выводы.

Работа представляется преподавателю в печатном виде с использованием текстового редактора Microsoft Office Word (любая версия) на отдельных листах формата А4, заполненных с одной

стороны. Рекомендуемый размер шрифта 14-й, интервал одинарный. Страницы должны быть пронумерованы.

При изучении курса основ робототехники каждому студенту предлагается три темы рефератов:

1) история и объективные предпосылки развития робототехники – 1,2 недели;

2) уравнения Лагранжа второго рода в решении прямой задачи динамики манипуляторов – 5, 6 недели;

3) сервоприводы и сенсорные устройства современных промышленных роботов – 9, 10 недели.

Представленный студентом реферат защищается преподавателю во время собеседования и устного опроса. Защита заключается в ответах на поставленные преподавателем вопросы по теме реферата.

### **3.3. Оформление отчётов по лабораторным работам**

После выполнения каждой лабораторной работы она оформляется. Оформлять лабораторную работу необходимо в отдельной тетради, либо с обратной стороны конспекта лекций. Требования к оформлению каждой лабораторной работы изложены в соответствующих методических указаниях. Оформлять каждую лабораторную работу необходимо аккуратно с использованием чертёжных принадлежностей. Каждый отчёт по лабораторной работе в конце должен содержать результаты анализа полученных данных и выводы.

Важной составной частью оформления лабораторной работы является подготовка к её защите. Для этого необходимо ответить на все вопросы, приведённые в методических указаниях к каждой лабораторной работе.

### **3.4. Разработка и отладка компьютерных программ**

Этот вид самостоятельной работы выполняется студентом во внеурочное время на домашнем компьютере, либо в компьютерном классе (ауд. 3503) и является логическим продолжением выполнения соответствующих лабораторных работ.

Разработка и отладка компьютерной программы кинематического анализа манипулятора (обратная задача) завершает выполнение лабораторной работы №4. На аудиторных занятиях

студенты строят расчётные схемы и выводят расчётные формулы. Во время самостоятельной работы – разрабатывают и отлаживают компьютерную программу расчёта, используя выведенные на лабораторных занятиях формулы. Программа составляется на любом алгоритмическом языке, которым владеет студент. Рекомендуется использовать программу Microsoft Office Excel любой версии. Результатом выполнения этой части самостоятельной работы являются распечатанные графические зависимости обобщённых кинематических параметров манипулятора от времени.

Разработка и отладка программы работы микроконтроллера семейства XМega А-1 завершает выполнение лабораторной работы №8. Программа разрабатывается на языке Ассемблер. Результатом выполнения этой работы является демонстрация преподавателю корректной работы мобильной робототехнической платформы под управлением микроконтроллера XМega А-1, согласно варианту траектории.

Разработка и отладка программы работы промышленного робота в составе ГПС на компьютерном имитаторе является завершающим этапом выполнения лабораторной работы №11. Работа выполняется только на одном из компьютеров компьютерного класса (ауд. 3503), где установлено соответствующее лицензированное программное обеспечение. Язык программирования является составной частью этого программного обеспечения. Результатом выполнения работы является продемонстрированная преподавателю на экране монитора работа виртуального РТК.

#### **4. КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Контроль самостоятельной работы осуществляет преподаватель в аудитории. Рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие формы контроля:

- собеседование;
- устный опрос;
- защита лабораторных работ;
- проверка рефератов.

Результаты контроля используются для оценки текущей успеваемости студентов. Оценка текущей успеваемости по само-



стоятельной работе производится каждые 5, 9, 13 и 17 неделю семестра по результатам собеседования и устного опроса.

Результаты самостоятельной работы за соответствующий период семестра оцениваются по разделам, подлежащим изучению в этом периоде.

Оценочными средствами для текущего контроля являются контрольные вопросы, приведённые в конце каждой главы учебного пособия [1], а также вопросы к защите лабораторных работ.

Оценочными средствами промежуточного контроля являются экзаменационные вопросы (вопросы к зачёту).

#### **4.1. Экзаменационные вопросы (вопросы к зачёту)**

1. История развития робототехники.
2. Объективные предпосылки развития робототехники.
3. Что такое робот?
4. Структура промышленного робота.
5. Поколения промышленных роботов.
6. Классификация промышленных роботов.
7. Основные показатели, характеризующие технические возможности промышленных роботов. Классификация систем управления промышленных роботов.
8. Типы сервомеханизмов. Общая функциональная схема сервомеханизма.
9. Сервомеханизмы с двигателями постоянного тока.
10. Полупроводниковые преобразователи. Принцип работы тиристорного преобразователя.
11. Использование асинхронных двигателей в электрических сервомеханизмах. Управляемый выпрямитель и инвертор.
12. Применение вентильных двигателей в электрических сервомеханизмах.
13. Шаговые двигатели. Двигатели прямого действия – электромагнитное редуцирование скорости.
14. Электрогидравлические приводы без обратной связи.
15. Электрогидравлические сервомеханизмы. Устройство «сопло – заслонка».
16. Пневматические приводы без обратной связи. Пневматические позиционеры.

17. Пневматические сервомеханизмы. Устройство «сопло-заслонка».
18. Структура программы управления промышленным роботом.
19. Методы программирования промышленных роботов. Языки и системы программирования.
20. Язык программирования промышленных роботов VAL.
21. Методика программирования на языке VAL.
22. Подготовка производства к применению роботов. Этапы работ по созданию РТК.
23. Анализ производственного процесса с целью внедрения РТК.
24. Компоновка роботизированных технологических комплексов (РТК).
25. Дооснащение производственного процесса с целью создания РТК. Вспомогательное технологическое оборудование.
26. Задачи механики промышленных роботов.
27. Структура манипулятора: рабочее пространство, угол и коэффициент сервиса.
28. Структура манипулятора: число степеней свободы, маневренность.
29. Структурный синтез манипуляторов.
30. Прямая и обратная задачи кинематического анализа манипуляторов. Решение прямой задачи о положениях методом преобразования координат.
31. Решение прямой задачи о положениях на примере манипулятора с тремя степенями свободы.
32. Прямая задача об ускорениях на примере манипулятора с тремя степенями свободы.
33. Автоматизированный метод кинематического анализа манипуляторов.
34. Метод кинетостатики в динамике манипуляторов. Силы инерции. Реакции в кинематических парах.
35. Силовой расчет манипулятора (определение реакций в одной кинематической паре манипулятора с одной степенью свободы).
36. Силовой расчет манипулятора матричным способом.

37. Точность механизмов роботов, основные факторы, влияющие на точность. Кинематическая погрешность робота – линейная и угловая ошибки.
38. Определение линейной ошибки на примере манипулятора с четырьмя степенями свободы.
39. Определение угловой ошибки на примере манипулятора с четырьмя степенями свободы.

## 5. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курышкин, Н. П. Основы робототехники : учеб. пособие / Н. П. Курышкин ; КузГТУ. – Кемерово, 2012. – 168 с.  
<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90828&type=utchposob:common>
2. Конюх, В. Л. Основы робототехники : учеб. пособие В. Л. Конюх ; Ростов н/Д : Издательство «Феникс», 2008. – 281 с.
3. Климов, А. С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке : учеб. пособие 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 240 с.  
<http://e.lanbook.com/view/book/1804/>
4. Юревич, Е. И. Основы робототехники. – 2-е изд., перераб. и доп. / Е. И. Юревич. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – 416 с.  
<http://elib.spbstu.ru/dl/325.pdf/view>
5. Лукин, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учеб. пособие [Электронный ресурс] / А. П. Лукин. – СПб.: Лань, 2012. – 608с. – Режим доступа:  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2765](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2765)
6. Спыну, Г. А. Промышленные роботы: Конструирование и применение : учеб. пособие для студентов машиностроит. специальностей вузов / под ред. В. И. Костюка. – Киев: Вища школа , 1991. – 311 с.
7. Воробьев, В. И. Промышленные роботы агрегатно-модульного типа / В. И. Воробьев, Ю. Г. Козырев, В. И. Царенко; под ред. Ю. Г. Козырева. – М.: Машиностроение , 1988. – 240 с.
8. Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы: справочник. – М.: Машиностроение , 1988. – 392 с.