

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 12 » апреля 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем  
\_\_\_\_\_  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
\_\_\_\_\_  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** специалитет  
\_\_\_\_\_  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 216 (6)  
\_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие  
\_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Роботизированные комплексы вооружений (СУОС)  
\_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Изучение кинематических и динамических свойств манипуляторов промышленных роботов  
Освоение методов синтеза оптимальных по тем или иным критериям траекторий движения схвата манипулятора робота в составе робототехнических комплексов  
Конструирование захватных устройств  
Моделирование робототехнических систем

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

заданная траектория и закон движения, закон движения схвата, звенья манипулятора, классификация РК, манипуляторы роботов, матрица перехода, матрица поворота системы, механообрабатывающее производство, определение положения робота, ориентация схвата, ориентирующие степени подвижности, системы координат манипулятора, сплайн-функции, перемещение схвата, положение схвата манипулятора, преобразование денавита-хартенберга, преобразование координат, траектория движения схвата, углы эйлера, управляющие воздействия, уравнение лагранжа, функция времени, число степеней подвижности манипулятора

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)   | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения  | Средства оценки                |
|-------------|-------------------|---|---|--------------------------------|
| ПК-1.4      | ИД-1ПК-1.4        | Знает программное обеспечение автономных сервисных роботов.   | Знает программное обеспечение автономных сервисных роботов.   | Индивидуальное задание         |
| ПК-1.4      | ИД-2ПК-1.4        | Умеет разрабатывать и модернизировать программное обеспечение автономных сервисных роботов для роботизированных комплексов вооружения с применением современных средств и методов | Умеет разрабатывать и модернизировать программное обеспечение автономных сервисных роботов для роботизированных комплексов вооружения с применением современных средств и методов | Отчёт по практическому занятию |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)   | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения  | Средства оценки    |
|-------------|-------------------|---|---|--------------------|
| ПК-1.4      | ИД-3ПК-1.4        | Владеет навыками разработки и модернизации программного обеспечения автономных сервисных роботов для роботизированных комплексов вооружения с применением современных средств и методов | Владеет навыками разработки и модернизации программного обеспечения автономных сервисных роботов для роботизированных комплексов вооружения с применением современных средств и методов | Творческое задание |

### 3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 6                                  |  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 72          | 72                                 |  |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:   |             |                                    |  |
| - лекции (Л)   | 32          | 32                                 |  |
| - лабораторные работы (ЛР)   |             |                                    |  |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 36          | 36                                 |  |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)  | 4           | 4                                  |  |
| - контрольная работа   |             |                                    |  |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)  | 108         | 108                                |  |
| 2. Промежуточная аттестация  |             |                                    |  |
| Экзамен  | 36          | 36                                 |  |
| Дифференцированный зачет   |             |                                    |  |
| Зачет  |             |                                    |  |
| Курсовой проект (КП)   |             |                                    |  |
| Курсовая работа (КР)   | 18          | 18                                 |  |
| Общая трудоемкость дисциплины  | 216         | 216                                |  |

### 4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
|  | Л   | ЛР | ПЗ |  |
| 6-й семестр  |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| Основные понятия и классификация роботов и манипуляционных систем   | 8   | 0  | 9  | 27   |
| динамика манипулятора, движение схвата, закон движения схвата, законы преобразования движения, звенья манипулятора, кинематика манипуляторов, кинематические звенья, способы описания движения, ориентация схвата, ориентирующие степени подвижности, оси координат схвата, системы координат манипулятора: "мировая", "база", схема расположения приводов, управляющие воздействия, формула Сомова-Малышева, число степеней свободы  |   |    |    |  |
| Основы кинематики и динамики манипуляционных систем роботов с последовательной кинематикой  | 8   | 0  | 9  | 27   |
| варианты взаиморасположения осей, выбор системы координат, задание положения системы координат, использование преобразований Денавита-Хартенберга, использование углов Эйлера, кинематика манипуляторов роботов, колебания оси и их причины, матрица переноса начала координат, кинематические пары, способы описания кинематики манипуляторов, перемещения звеньев манипулятора, понятие сингулярности, частная матрица перехода, углы эйлера, угол нутации, угол ометания, угол прецессии, управляющие воздействия, управляющие сигналы |   |    |    |  |
| Прямая и обратная задача кинематики   | 8   | 0  | 9  | 27   |
| задачи кинематики, закон движения схвата, звено манипулятора, интервал торможения, матрица дифференцирования, матрица перехода, начало координат, определение положения, ориентация схвата, пара вращательная, пара поступательная, порядок решения, порядок формирования, последовательность решения, система координат, система уравнений, траектория схвата, участок движения, участок разгона, участок торможения, функция времени, центр схвата, число степеней подвижности манипулятора   |   |    |    |  |
| Динамика манипуляционных систем   | 8   | 0  | 9  | 27   |
| алгоритм решения задач динамики манипуляторов, уравнение Лагранжа, задание ориентации схвата, определение координат центров шарниров, определение расстояний, порядок назначения систем координат, решение задач динамики, синтез механизмов, центры масс звеньев, центры шарниров, число степеней подвижности, инерциальная система координат  |   |    |    |  |
| ИТОГО по 6-му семестру  | 32  | 0  | 36 | 108  |

|                     |    |   |    |     |
|---------------------|----|---|----|-----|
| ИТОГО по дисциплине | 32 | 0 | 36 | 108 |
|---------------------|----|---|----|-----|

### Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия                         |
|--------|--|
| 1      | Описать инструмент в терминах ПО манипулятора и задать его характеристики      |
| 2      | Определить базовую системы координат промышленного манипулятора                |
| 3      | Построить траекторию перемещения схвата в пространстве инерциальных координат. |
| 4      | Граф достижимости многопозиционного РТК для известных параметров звеньев.      |

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

| № п.п. | Наименование темы курсовых проектов/работ                                      |
|--------|--|
| 1      | Спроектировать сервисного робота-андроида для ресторана. Реализовать прототип. |
| 2      | Спроектировать внутрцеховую тележку-транспортёр. Реализовать прототип.         |

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п   | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)  | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|---|--|---|
| <b>1. Основная литература</b>   |  |   |
| 1   | Интеллектуальное планирование траекторий подвижных объектов в средах с препятствиями / Белоглазов Д. А., Гузик В. Ф., Косенко Е. Ю., Крухмалев В. А. Москва : Физматлит, 2014. 296 с. 18,75 усл. печ. л. | 1   |
| 2   | Пол Р. Моделирование, планирование траекторий и управление движением робота-манипулятора : пер. с англ. Москва : Наука, 1976. 103 с.   | 1   |
| 3   | Попов Е. П., Письменный Г. В. Основы робототехники: Введение в специальность : учебник для вузов. Москва : Высш. шк., 1990. 224 с.   | 9   |
| <b>2. Дополнительная литература</b>                                       |  |   |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b>                                     |  |   |
| 1   | Мичи Д., Джонстон Р. Компьютер - творец : пер. с англ. Москва : Мир, 1987. 255 с., 4 л. ил. 16,5 усл. печ. л.  | 3   |
| 2   | Петров Б. А. Манипуляторы. Ленинград : Машиностроение, 1984. 238 с.  | 7   |
| 3   | Сбалансированные манипуляторы / Владов И. Л., Данилевский В. Н., Ионов П. Б., Розин Б. Ш. Москва : Машиностроение, 1988. 263 с.  | 4   |
| <b>2.2. Периодические издания</b>   |  |   |
|   | Не используется  |   |
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |  |   |
|   | Не используется  |   |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |  |   |
|   | Не используется  |   |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |  |   |
|   | Не используется  |   |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы            | Наименование разработки  | Ссылка на информационный ресурс   | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|--|---|---|
| Дополнительная литература | Программное обеспечение промышленных роботов (сборник). — 1986 г. DjVu // sheba.spb.ru URL: <a href="https://sheba.spb.ru/delo/program-rob-1986.htm">https://sheba.spb.ru/delo/program-rob-1986.htm</a>  | <a href="https://sheba.spb.ru/delo/program-rob-1986.htm">https://sheba.spb.ru/delo/program-rob-1986.htm</a>   | сеть Интернет; свободный доступ   |
| Дополнительная литература | Хомченко В.Г. Мехатронные и робототехнические системы // www.studmed.ru URL: <a href="https://www.studmed.ru/homchenko-vg-mehatronnye-i-robototehnicheskie-sistemy_167609d067e.html">https://www.studmed.ru/homchenko-vg-mehatronnye-i-robototehnicheskie-sistemy_167609d067e.html</a> | <a href="https://www.studmed.ru/homchenko-vg-mehatronnye-i-robototehnicheskie-sistemy_167609d067e.html">https://www.studmed.ru/homchenko-vg-mehatronnye-i-robototehnicheskie-sistemy_167609d067e.html</a> | сеть Интернет; свободный доступ   |

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО   | Наименование ПО                           |
|--|---|
| Операционные системы                                 | Debian (GNU GPL)                          |
| Офисные приложения.                                  | LibreOffice 6.2.4. OpenSource, бесплатен. |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | Scilab лиц.GNU GPL v2                     |
| Среды разработки, тестирования и отладки             | NetBeans ( SUN PUBLIC LICENSE)            |
| Среды разработки, тестирования и отладки             | PIP (The Python Package Installer) Free   |

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование  | Ссылка на информационный ресурс                                     |
|---|---|
| Банк данных угроз безопасности информации Федеральной службы по техническому и экспортному контролю | <a href="https://bdu.fstec.ru/">https://bdu.fstec.ru/</a>           |
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета         | <a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>               |
| Электронно-библиотечная система Лань  | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>         |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks  | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс   | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>   |

| Наименование   | Ссылка на информационный ресурс                               |
|--|---|
| Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки | <a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a> |

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

| Вид занятий          | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Курсовая работа      | Персональный компьютер  | 15                |
| Лекция               | Ноутбук, проектор   | 1                 |
| Практическое занятие | Персональный компьютер  | 15                |

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

|                              |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|