

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Новомосковский институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор Новомосковского института  
РХТУ им. Д.И. Менделеева

В.Л. Первухин

« 30 » 06 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.05 Динамика и управление манипуляторами**

**Направление подготовки:** **15.03.04 Автоматизация**  
(Код и наименование направления подготовки)  
**технологических процессов и производств**

**Направленность (профиль):** **Автоматизация**  
(Наименование профиля подготовки)  
**технологических процессов и производств**

**Квалификация: бакалавр**

**Новомосковск – 2022**

## Разработчик:

Доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов»  
НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева,

к.т.н., доцент



(Сидельников С.И.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Автоматизация производственных процессов»

Протокол № 14 от 29. 06. 2022 г.

Зав. кафедрой: к.т.н., доцент



(Лопатин А.Г.)

Руководитель ОПОП, к.т.н., доцент

(Лопатин А.Г.)

«29» 06 2022 г

Рабочая программа согласована с деканом факультета Кибернетика

Декан факультета: к.т.н., доцент



(Маслова Н.В.)

«29» 06 2022 г

Рабочая программа согласована с деканом факультета ЗиОЗО

Декан факультета: к.т.н., доцент



(Стекольников А.Ю.)

«29» 06 2022 г

Рабочая программа согласована с руководителем учебно-методического управления  
Новомосковского института РХТУ им. Д.И. Менделеева

Руководитель, д.х.н., профессор



(Кизим Н.Ф.)

«29» 06 2022 г

## Содержание

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	Ошибка! Закладка не определена.
Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы.....	Ошибка! Закладка не определена.
Область применения программы .....	5
2. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	Ошибка! Закладка не определена.
3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП.....	6
4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ДОСТИЖЕНИЕ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	Ошибка! Закладка не определена.
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
5.1. Объем дисциплины и виды учебной работы .....	7
5.2. Разделы (модули) дисциплины, виды занятий и формируемые компетенции .....	Ошибка! Закладка не определена.
5.3. Содержание дисциплины .....	9
5.4. Тематический план практических занятий.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.5. Тематический план лабораторных работ.....	10
5.6. Курсовые работы.....	10
5.7. Внеаудиторная СРС .....	Ошибка! Закладка не определена.
6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	Ошибка! Закладка не определена.
6.1 Система оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок.....	Ошибка! Закладка не определена.
6.2. Цель контроля, вид контроля и условия достижения цели контроля.....	Ошибка! Закладка не определена.
6.3. Шкала оценки и критерии уровня сформированности компетенций по дисциплине при текущей аттестации.....	Ошибка! Закладка не определена.
6.4. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций при промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	Ошибка! Закладка не определена.
6.5. Оценочные материалы для текущего контроля .....	10
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.1. Образовательные технологии .....	Ошибка! Закладка не определена.
7.2. Лекции .....	Ошибка! Закладка не определена.

7.3. Занятия семинарского типа .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
7.4. Лабораторные работы .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
7.5. Самостоятельная работа студента .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
7.7. Методические рекомендации для преподавателей .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
7.8. Методические указания для студентов .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
7.9. Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
8.2. Информационные и информационно-образовательные ресурсы.....	16
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Приложение 1 .....	20
АННОТАЦИЯ.....	20
Приложение 2 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Перечень индивидуальных заданий .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) (ФГОС-3+) по направлению подготовки 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств". Направленность (профиль) "Автоматизация технологических процессов и производств". Приказ № 200 от 12.03.2015 (в редакции приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 г. № 301) (далее – стандарт);

#### **Область применения программы**

Программа дисциплины является частью основной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств". Направленность (профиль) "Автоматизация технологических процессов и производств" (в редакции приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 г. № 301)

### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

#### **Нормативные документы, используемые при разработки рабочей программы дисциплины**

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г. №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 г. N 301;

Приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 730 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств» (зарегистрировано в Минюсте 03.09.2021 г. № 64887).

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 27 ноября 2015 N 1383 "Об утверждении Положения о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования" зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 18 декабря 2015 г., регистрационный N 40168);

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положение об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств". Направленность (профиль) "Автоматизация технологических процессов и производств" (в редакции приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 г. № 301) и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой «Автоматизация производственных процессов» НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 6 семестра.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

## 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение основ построения кинематических и динамических моделей роботов и задач управления движением, методов построения программных траекторий движения.

Задачи преподавания дисциплины:

- получение теоретических знаний о методах решения задач кинематики и методах построения моделей динамики манипуляторов;
- получение теоретических знаний о методах управления движением манипуляторов;
- освоение способов расчёта положения и ориентации рабочего органа манипулятора в пространстве;
- использование пакетов прикладных программ для моделирования кинематики и динамики манипуляторов.

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Динамика и управление манипуляторами» относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули), формируемая участниками образовательных отношений. Является обязательной для освоения в 6 семестре на 3 курсе(очная форма обучения), на 5 курсе в А семестре (заочная форма обучения).

Дисциплина базируется на курсах циклов естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин: "Математика" (логические исчисления, графы), "Теория автоматического управления" (устойчивость систем, методы оптимального управления, методы синтеза и анализа), "Технические средства автоматизации" (функциональные и принципиальные схемы, схемы внешних соединений, исполнительные устройства), "Технические измерения и приборы" (первичные преобразователи) и является основой для последующих дисциплин: Интеллектуальные системы управления, Робототехнические системы, Современные проблемы кибернетики.

## 4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей профессиональной компетенции:

– Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции (ПК)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции (ИПК)	Основание (профстандарт, анализ опыта)
<b>Тип задач профессиональной деятельности: Технологический тип задач</b>				
Управление технологическими процессами промышленного производства	Анализ сложных технологических процессов химической технологии	<b>ПК-1</b> Анализ сложных технологических процессов в химии и химической технологии	<b>ПК-1.3</b> Выбор технологического оборудования применяемого в технологическом процессе	ПС: 40.079 «Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов термического производства» Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам на рынке труда

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- особенности манипуляторов как объектов управления;
- методы решения задач кинематики манипуляторов;
- методы построения моделей динамики манипуляторов;

- методы планирования траекторий движения манипулятора в декартовом пространстве и в пространстве обобщенных координат;
- принципы построения исполнительных систем роботов;
- основные методы управлений движением манипуляторов.

**Уметь:**

- разрабатывать алгоритмы и программы работы манипуляторов;

**Владеть:**

- навыками синтеза систем управления движением манипуляторов.

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 час или **2** зачетные единицы (з.е). 1 з.е. равна 27 астрономическим часам или 36 академическим часам (п.16 Положения «Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета в Новомосковском институте (филиале) ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» от 29.09.2017 г.)

#### 5.1. 1. Очная форма обучения

Вид учебной работы	Объем		в том числе в форме практической подготовки	
	з.е.	акад. ч.	з.е.	акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>0.44</b>	<b>16</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>	<b>1.33</b>	<b>48</b>		
Лекции	0.89	32		
Практические занятия (ПЗ)	-	-		
Лабораторные работы (ЛР)	0.44	16	0.44	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0.67</b>	<b>24</b>		
Контактная самостоятельная работа		4		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		20		
<b>Форма (ы) контроля:</b>	<b>Зачет</b>			
Контактная работа - промежуточная аттестация				
Подготовка к зачету.				

#### 5.1. 2. Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Объем		в том числе в форме практической подготовки	
	з.е.	акад. ч.	з.е.	акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>0.22</b>	<b>8</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>	<b>0.33</b>	<b>12</b>		
Лекции	0.11	4		
Практические занятия (ПЗ)	-	-		
Лабораторные работы (ЛР)	0.22	8	0.22	8
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1.55</b>	<b>56</b>		
Контактная самостоятельная работа	0.11	4		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56		
<b>Форма (ы) контроля:</b>	<b>Зачет</b>			
Контактная работа - промежуточная аттестация				
Подготовка к зачету.				

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	в т.ч. в форме практ. подг.	Лекции	в т.ч. в форме практ. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме практ. подг.	Сам. работа
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Введение</b>			4				
1.1	Цель и задачи курса. Основные понятия роботов и робототехнических устройств			1				
1.2	Классификация промышленных роботов.			0.5				
1.3	Особенности робота как объекта управления. Задачи управления манипуляционными роботами. Манипуляционные механизмы и исполнительные системы роботов.			3.5				
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Кинематика манипуляторов</b>			4				
2.1	Системы координат, выбор и преобразование. Кинематические параметры, используемые для описания углового и поступательного движения твердого тела.							
2.2	Определение положения и ориентации звеньев манипулятора.							
2.3	Прямая и обратная задачи кинематики.							
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Динамика манипуляторов</b>			4				
3.1	Ускорение твердого тела. Распределение масс. Прямая и обратная задачи динамики.							
3.2	Методы получения моделей							
3.3	Динамическая модель стационарного робота. Пример получения дифференциальных уравнений движения манипулятора.							
<b>4.</b>	<b>Раздел 4. Генерация траекторий</b>			2				
4.1	Общие аспекты планирования траекторий. Особенности планирования траекторий в пространстве обобщенных координат. Типы траекторий.							
4.2	Планирование траекторий движения манипулятора в декартовом пространстве. Планирование траекторий на основе динамической модели.							



5.	<b>Раздел 5. Системы управления роботами</b>			1				
5.1	Цикловая система.							
5.2	Позиционная система.							
5.3	Контурная система.							
5.3	Адаптивная система управления.							
6.	<b>Раздел 6. Линейное управление манипуляторами</b>			2				
6.1	Управление с обратной связью.							
6.2	Управление движением по заданной траектории.							
7.	<b>Тема 7. Задачи управления движением робота</b>			1				
7.1	Методы, основанные на решении обратной задачи динамики.							
7.2	Способы силового управления при реализации задач сборки и механообработки.							
	<b>ИТОГО</b>			32		16		
	<b>Зачет</b>							

## 6.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Введение

- 1.1 Цель и задачи курса. Основные понятия роботов и робототехнических устройств.
- 1.2 Классификация промышленных роботов.
- 1.3 Особенности робота как объекта управления. Задачи управления манипуляционными роботами.
- 1.4 Манипуляционные механизмы и исполнительные системы роботов.

### Раздел 2. Кинематика манипуляторов

- 1.1 Системы координат, выбор и преобразование. Кинематические параметры, используемые для описания углового и поступательного движения твердого тела.
- 1.2 Определение положения и ориентации звеньев манипулятора.
- 1.3 Прямая и обратная задачи кинематики.

### Раздел 3. Динамика манипуляторов

- 1.1 Ускорение твердого тела. Распределение масс. Прямая и обратная задачи динамики.
- 1.2 Методы получения моделей динамики
- 1.3 Динамическая модель стационарного робота. Пример получения дифференциальных уравнений движения манипулятора.

### Раздел 4. Генерация траекторий

- 1.1 Общие аспекты планирования траекторий. Особенности планирования траекторий в пространстве обобщенных координат. Типы траекторий.
- 1.2 Планирование траекторий движения манипулятора в декартовом пространстве. Планирование траекторий на основе динамической модели.

### Раздел 5. Системы управления роботами

- 1.1 Цикловая система. Позиционная система.
- 1.2 Контурная система.
- 1.3 Адаптивная система управления.

### Раздел 6. Линейное управление манипуляторами

- 1.1 Управление с обратной связью.
- 1.2 Управление движением по заданной траектории.

### Тема 7. Задачи управления движением робота

- 1.1 Методы, основанные на решении обратной задачи динамики.
- 1.2 Способы силового управления при реализации задач сборки и механообработки.

## 7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
	<b>Знать:</b>							
1	- особенности манипуляторов как объектов управления;	+						
2	- методы решения задач кинематики манипуляторов;		+					
3	- методы построения моделей динамики манипуляторов;			+				
4	-методы планирования траекторий движения манипулятора в декартовом пространстве и в пространстве обобщенных координат;				+			
5	-принципы построения исполнительных систем роботов;							
6	-основные методы управлений движением манипуляторов.					+	+	+
	<b>Уметь:</b>							
1	- разрабатывать алгоритмы и программы работы манипуляторов;		+	+	+	+	+	+
	<b>Владеть:</b>							
1	- навыками синтеза систем управления движением манипуляторов.					+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями:

	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
	<b>ПК-1</b> Анализ сложных технологических процессов в химии и	<b>ПК-1.3</b> Выбор технологического оборудования применяемого в	+						

## 8. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению учебного материала, изучаемого в дисциплине «*Динамика и управление манипуляторами*», позволяет освоить методы построения моделей кинематики и динамики манипуляторов, синтезировать системы управления движением манипуляторов.

### Лабораторные работы и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	Раздел 2	Определение положения и ориентации звеньев манипулятора.	4
2	Раздел 3	Динамическая модель стационарного робота	4
3	Раздел 5,6	Планирование траекторий движения манипулятора.	4
4	Раздел 5,6,7	Управление движением по заданной траектории.	4

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными

системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачета** (6 семестр) и лабораторного практикума (6 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

### **11.1. Образовательные технологии**

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

### **11.2. Лекции**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

### **11.3. Лабораторные работы**

Лабораторный практикум начинается с ознакомления с техникой безопасности.

По каждой лабораторной работе студент оформляет письменный отчет. Текущий контроль на лабораторных работах проводится в виде устных опросов – «защита» по итогам лабораторных работ. Оценивается ход лабораторных работ, достигнутые результаты, качество оформление отчета, своевременность сдачи.

### **11.4. Самостоятельная работа студента**

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнить индивидуальные задания (раздел 5.8);
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

## **11.5. Методические рекомендации для преподавателей**

### **Основные принципы обучения**

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

### **Организация лабораторного практикума**

Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении дисциплины. Каждый студент за один семестр должен выполнить по индивидуальному графику 4 лабораторных работы, указанных в «маршрутном» листе. Маршрутный лист составляет лектор потока. Маршрутный лист выдается студенту за неделю до начала лабораторного практикума.

Все студенты перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том, что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструкции по технике безопасности.

1. Студенты не допускаются к работе в лаборатории в верхней одежде и при отсутствии белого халата.
2. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.

Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

- а) подготовлена текущая работа, подготовка включает: название работы, теоретическое введение, схему установки, рабочие формулы и формулы для расчета погрешностей; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;
- б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с приборами, установками, оборудованием;
- в) знание правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, используемым в данной работе.

3. Студент не допускается к выполнению работы, если:

- а) отсутствует лабораторный журнал (в качестве лабораторного журнала студент использует общую тетрадь) или не подготовлен протокол,
- б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время указанное ведущим преподавателем. Студенты, нуждающиеся в дополнительной подготовке, могут воспользоваться услугами Центра дополнительного образования и профессиональной подготовки.

5. В течение одного занятия, как правило, допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. Не допускается совместная работа 2-х и большего числа студентов за одной установкой, если это не предусмотрено методическими указаниями к выполнению данной работы.

7. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. Схемы и графики выполняются карандашом, все записи делаются ручкой, для графиков используется миллиметровая бумага, или они выполняются с использованием компьютера; графики вклеиваются в лабораторный журнал. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов прямых измерений и констант в одной системе единиц. На этих же страницах производится расчет погрешностей. Оформление работы завершается написанием выводов.

В выводах должны содержаться ответы на следующие вопросы:

- а) что и каким методом измерялось,
  - б) при каких условиях;
  - б) результаты с абсолютной и относительной погрешностями; анализ результатов и погрешностей.
8. Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:
- а) результатов работы,
  - б) достоверности расчетов и их соответствия измерениям,
  - в) правильности построения графиков,
  - г) оформления работы и выводов.

Выполненная работа отмечается в журнале студента подписью преподавателя и простановкой даты. Работа считается зачетной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защита» с указанием даты. После выполнения и защиты всех лабораторных работ преподаватель в журнале студента делает запись: «Все лабораторные работы, предусмотренные маршрутным листом, выполнены и защищены», ставит подпись и дату.

9. Журнал преподавателя хранится у лаборанта той лаборатории, в которой эта работа выполняется. Правила ведения журнала преподавателя.

1. В графе журнала учета выполненных студентами лабораторных работ делается отметка о выполнении. Если работа «защищена», делается отметка о защите с указанием даты.
2. В случае отсутствия студента на лабораторном занятии в журнале учета выполненных студентами лабораторных работ пишется «нб».
3. Около работы, пропущенной по уважительной причине (допуск из деканата), пишется «ув».

Правила работы преподавателей в лаборатории в зачетную неделю

1. К выполнению работ допускаются студенты, которым лектор или ведущий преподаватель предоставил допуск.
  2. Дежурный преподаватель делает отметку о выполнении лабораторной работы в журнале студента и в журнале учета выполненных студентами лабораторных работ.
- С согласия ведущего преподавателя студент может защитить работу дежурному преподавателю, проводившему занятия. Студент, не успевший выполнить работу на занятии, приглашается для ее выполнения повторно.

3. Лабораторные работы, выполненные в течение семестра, принимает тот преподаватель, который проводил занятия с группой в течение семестра. В случае отсутствия по уважительной причине этого преподавателя на зачетной неделе, зачет по лаборатории принимает лектор. При отсутствии лектора – зав. кафедрой.
4. Во время проведения лабораторных работ учебно-вспомогательный персонал лаборатории работает под руководством ведущих занятий преподавателей и зав. лабораториями.

## 11.6. Методические указания для студентов

### По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

### По подготовке к лабораторному практикуму

1. Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении курса РРС. Каждый студент за один семестр должен выполнить по индивидуальному графику 6 (если специально не оговорено) лабораторных работ, указанных в «маршрутном» листе. График работ студент получает за неделю до начала лабораторного практикума.

2. Каждый студент перед началом семестра получает полный комплект литературы - набор учебных пособий, в которых помещены описания лабораторных работ. Инструкции по лабораторным работам, отсутствующим в учебных пособиях, имеются в читальном зале библиотеке и в соответствующей лаборатории на кафедре и каждый студент может получить ее во временное пользование. Описание каждой лабораторной работы содержит достаточно проработанное теоретическое введение, основные расчетные формулы и формулы расчета погрешности, подробное описание лабораторной установки, сценарий проведения лабораторной работы, виды таблиц, для внесения в них результатов измерений, контрольные вопросы, дающие студенту возможность осуществить самоконтроль уровня своей подготовки к работе.

3. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента. Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) в журнале (в качестве журнала используется общая тетрадь) имеется описание текущей лабораторной работы: название работы, теоретическое введение, схема установки, рабочие формулы и формулы для расчета погрешностей; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с приборами, установками, оборудованием;

в) знание правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, используемым в данной работе.

Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует лабораторный журнал или не подготовлен протокол,

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;

в) отсутствует белый халат.

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублирском» занятии во время, указанное ведущим преподавателем.

5. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. Не допускается совместная работа 2-х и большего числа студентов за одной установкой, если это не предусмотрено методическими указаниями к выполнению данной работы.

8. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. Схемы и графики выполняются карандашом, все записи делаются ручкой, для графиков используется миллиметровая бумага, или они выполняются с использованием компьютера; графики вклеиваются в лабораторный журнал. При оформлении работы необходимо выделять страницы для расчетов. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов прямых измерений и физических констант в одной системе единиц. На этих же страницах производится расчет погрешностей. Оформление работы завершается написанием выводов. В выводах должны содержаться ответы на следующие вопросы:

а) что и каким методом измерялось,

- б) при каких условиях;
  - б) результаты с абсолютной и относительной погрешностями; анализ результатов и погрешностей.
- Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:
- а) результатов работы,
  - б) достоверности расчетов и их соответствия измерениям,
  - в) правильности построения графиков,
  - г) оформления работы и выводов.

Работа считается зачтенной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защиту» с указанием даты.

### **По работе с литературой**

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

### **11.7. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## **12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.03.2021 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме

печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## 12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### а) основная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Основы робототехники: учеб. для втузов / Е. И. Юревич. - Л. : Машиностроение, 1985. - 271 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Интеллектуальные роботы [Текст] : учеб. пособ. для вузов / ред. Е. И. Юревич. - М.: Машиностроение, 2007. - 360 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

### б) дополнительная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
1. Анализ и контроль роботов с помощью Scilab и RTSX, Varodom Toochinda 2014г.	<a href="http://dewninja.blogspot.com/p/robot-analysis-and-control-with-scilab.html">http://dewninja.blogspot.com/p/robot-analysis-and-control-with-scilab.html</a>	Да
2. Динамика управления роботами [Текст] : научное издание / В. В. Козлов, В. П. Макарычев, А. В. Тимофеев ; ред. Е. И. Юревич. - М. : Наука, 1984. - 334 с.	Библиотека НИ РХТУ	

## 12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Презентации к лекциям

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

## 12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.12.2020).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.12.2020).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.12.2020).
4. <http://www.edu.ru>
5. <http://www.robotics.ru>
6. <http://www.raai.org/resurs/resurs.shtml>
7. <http://www.prorobot.ru/>
8. <http://moodle.nirhtu.ru/course/view.php?id=316>
9. [https://en.wikibooks.org/wiki/Robotics\\_Kinematics\\_and\\_Dynamics](https://en.wikibooks.org/wiki/Robotics_Kinematics_and_Dynamics)
10. <https://moodle.nirhtu.ru/course/index.php?categoryid=10> (дата обращения: 01.09.2022).
11. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»  
Договор № 33.03-Р-3.1-5182/2022 от 26.09.2022г. ИКЗ : 22 1 7707072637 770701001 0054 000 5829 244 Договор № 33.03-Л-3.1-5181/2022 от 26.09.2022г. ИКЗ : 22 1 7707072637 770701001 0054 000 5829 244 Срок действия с



26.09.2022г. по 25.09.2023г.

**12. Образовательная платформа «Юрайт»**

Договор 33.03-Л-3.1-4377/2022 на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ИКЗ 22 1770707263777070100100040015814244 от 16.03.2022г., срок действия с 16.03.2022 по 15.03.2023г. Доступ только для зарегистрированных пользователей.

**13. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM»**

Договор № 48 эбс/33.03-Р-3.1-4378/2022 от 06.04.2022г. ИКЗ 221770707263777070100100090015814244  
Срок действия с 06.04.2022 по 05.04.2023г. Доступ только для зарегистрированных читателей

**14. Справочная Правовая Система "Консультант Юрист смарт-комплект Базовый ОВК-Ф"**

Контракт № 09-15ЭА/2022 ИКЗ 221770707263777070100100050016311244 от 05.04.2022г. Срок действия с 05.04.2022г. по 31.03.2023г. Доступ в Центре Информационных Технологий

**15. ЭБС "Консультант студента" ООО "Политехресурс"**

16. Договор № 33.03-Р-3.1-4375/2022 ИКЗ 221770707263777070100100120015811244 от 16.03.2022 г. срок действия с 16.03.2022 по 15.03.2023 г. Доступ только для зарегистрированных читателей

При реализации образовательного процесса используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов - 78);

банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов -50);

банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов - 50).

**13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Динамика и управление манипуляторами»* проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория 109 (корпус 1)	Учебные столы, стулья, доска, мел Презентационная техника	приспособлено (аудитория на первом этаже, отсутствие порогов)
Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 107 (корпус1)	Учебные столы, стулья, доска, мел	приспособлено (аудитория на первом этаже, отсутствие порогов)
Аудитория для практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации (310, учебный корпус 1, Трудовые Резервы, 29)	Учебная мебель, доска Презентационная техника: ноутбук, проектор, экран	приспособлено* для слабовидящих, слабослышащих и иных видов соматических заболеваний и лиц с ОВЗ
Аудитория для самостоятельной работы студентов	ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (2 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.	приспособлено (аудитория на первом этаже, отсутствие порогов)
Аудитория для лиц с ограниченными возможностями и самостоятельной работы студентов (107 учебный корпус 1, Трудовые Резервы, 29)	Учебная мебель, доска ПК (2шт) Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle	приспособлено (аудитория на первом этаже, отсутствие порогов)

### 13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

*Компьютер* процессор Intel Pentium ® Gold 4 ГГц, с оперативной памятью 8 Гбайт, жестким диском 460 Гбайт с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

*Ноутбук* Fujitsu Lifebook Intel Pentium (R) 2,2 ГГц, память 512 Мбайт, диск 56 Гбайт

*Настольный проектор* Benq MX503, разрешение XGA (1024x768), регулируемое фокусное расстояние 2,56-2,8м, лампа 190Вт.

*Мобильный экран* на штативе Lumien EcoView 150x150см

*Лазерный принтер* HP P1005, черно-белый, формат А4.

#### Программное обеспечение

1. Операционная система MS Windows XP, 7 [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthefhub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)  
<http://e5.onthefhub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>
2. Текстовый редактор (LibreOffice Writer) код лицензией LGPLv3
3. Табличный процессор (LibreOffice Calc) код лицензией LGPLv3
4. Редактор презентаций (LibreOffice Impress) код лицензией LGPLv3
5. Пакет программ Scilab и RTSX (Freeware).

### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1. Введение</b> 1.1 Цель и задачи курса. Основные понятия роботов и робототехнических устройств. 1.2 Классификация промышленных роботов. 1.3 Особенности робота как объекта управления. Задачи управления манипуляционными роботами. 1.4 Манипуляционные механизмы и исполнительные системы роботов.	<b>Знать:</b> - особенности исполнительных систем как объектов управления;	Оценка при тестировании (тест-1)
<b>Раздел 2. Кинематика манипуляторов</b> 1.1 Системы координат, выбор и преобразование. Кинематические параметры, используемые для описания углового и поступательного движения твердого тела. 1.2 Определение положения и ориентации звеньев манипулятора. 1.3 Прямая и обратная задачи кинематики.	<b>Знать:</b> - методы решения задач кинематики манипуляторов; <b>Уметь:</b> - разрабатывать алгоритмы и программы работы манипуляторов;	Оценка при тестировании (тест-2)  Оценка за лабораторную работу
<b>Раздел 3. Динамика манипуляторов</b> 1.1 Ускорение твердого тела. Распределение масс. Прямая и обратная задачи динамики. 1.2 Методы получения моделей динамики 1.3 Динамическая модель стационарного робота. Пример получения дифференциальных уравнений движения манипулятора.	<b>Знать:</b> - методы построения моделей динамики манипуляторов; <b>Уметь:</b> - разрабатывать алгоритмы и программы работы манипуляторов;	Оценка при тестировании (тест-3)
<b>Раздел 4. Генерация траекторий</b>	<b>Знать:</b> - методы планирования траекторий движения манипулятора в декартовом	Оценка при тестировании (тест-4)

<p>1.1 Общие аспекты планирования траекторий. Особенности планирования траекторий в пространстве обобщенных координат. Типы траекторий.</p> <p>1.2 Планирование траекторий движения манипулятора в декартовом пространстве. Планирование траекторий на основе динамической модели.</p>	<p>пространстве и в пространстве обобщенных координат;  <b>Уметь:</b>  - разрабатывать алгоритмы и программы работы манипуляторов;</p>	<p>Оценка за лабораторный практикум</p>
<p><b>Раздел 5. Системы управления роботами</b></p> <p>1.1 Цикловая система. Позиционная система.</p> <p>1.2 Контурная система.</p> <p>1.3 Адаптивные система управления.</p>	<p><b>Знать:</b>  - особенности исполнительных систем как объектов управления;  - основные методы управлений движением манипуляторов.  <b>Уметь:</b>  - разрабатывать алгоритмы и программы работы манипуляторов;  <b>Владеть:</b>  - навыками синтеза систем управления движением манипуляторов.</p>	<p>Оценка при тестировании (тест-5)  Оценка за лабораторный практикум</p>
<p><b>Раздел 6. Линейное управление манипуляторами</b></p> <p>1.3 Управление с обратной связью.</p> <p>1.4 Управление движением по заданной траектории.</p>	<p><b>Знать:</b>  - методы решения задач кинематики манипуляторов;  - методы построения моделей динамики манипуляторов;  - методы планирования траекторий движения манипулятора в декартовом пространстве и в пространстве обобщенных координат;  - основные методы управлений движением манипуляторов.  <b>Уметь:</b>  - разрабатывать алгоритмы и программы работы манипуляторов;  <b>Владеть:</b>  - навыками синтеза систем управления движением манипуляторов.</p>	<p>Оценка при тестировании (тест-6)  Оценка за лабораторный практикум</p>
<p><b>Тема 7. Задачи управления движением робота</b></p> <p>1.1 Методы, основанные на решении обратной задачи динамики.</p> <p>1.2 Способы силового управления при реализации задач сборки и механообработки.</p>	<p><b>Знать:</b>  - методы решения задач кинематики манипуляторов;  - методы построения моделей динамики манипуляторов;  - методы планирования траекторий движения манипулятора в декартовом пространстве и в пространстве обобщенных координат;  - основные методы управлений движением манипуляторов.  <b>Уметь:</b>  - разрабатывать алгоритмы и программы работы манипуляторов;  <b>Владеть:</b>  - навыками синтеза систем управления движением манипуляторов.</p>	<p>Оценка при тестировании (тест-7)  Оценка за лабораторный практикум</p>

## АННОТАЦИЯ

### рабочей программы дисциплины

### Динамика и управление манипуляторами

**1. Общая трудоемкость** (з.е./ час): 2 / 72. Контактная работа 48 час., из них: лекционные 32, лабораторные 16. Самостоятельная работа студента 24 час. Форма промежуточного контроля: зачет. Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре (дневная форма обучения), на 5 курсе в А семестре (заочная форма обучения).

#### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Динамика и управление манипуляторами» относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули).

Дисциплина базируется на курсах циклов естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин: "Математика" (логические исчисления, графы), "Теория автоматического управления" (устойчивость систем, методы оптимального управления, методы синтеза и анализа), "Технические средства автоматизации" (функциональные и принципиальные схемы, монтажно-коммутационные схемы, схемы внешних соединений, исполнительные устройства), "Технические измерения и приборы" (первичные преобразователи, вторичные приборы) и является основой для последующих дисциплин: Интеллектуальные системы управления, Современные проблемы кибернетики

#### 3. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение основ построения кинематических и динамических моделей роботов и задач управления движением, методов построения программных траекторий движения.

Задачи преподавания дисциплины:

- получение теоретических знаний о методах решения задач кинематики и методах построения моделей динамики манипуляторов;
- получение теоретических знаний о методах управления движением манипуляторов;
- освоение способов расчёта положения и ориентации рабочего органа манипулятора в пространстве;
- использование пакетов прикладных программ для моделирования кинематики и динамики манипуляторов.

#### 4. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Введение	Цель и задачи курса. Основные понятия роботов и робототехнических устройств. Классификация промышленных роботов. Особенности робота как объекта управления. Задачи управления манипуляционными роботами. Манипуляционные механизмы и исполнительные системы роботов.
2.	Кинематика манипуляторов	Системы координат, выбор и преобразование. Кинематические параметры, используемые для описания углового и поступательного движения твердого тела. Определение положения и ориентации звеньев манипулятора. Прямая и обратная задачи кинематики.
3.	Динамика манипуляторов	Ускорение твердого тела. Распределение масс. Методы получения моделей динамики. Динамическая модель стационарного робота. Пример получения дифференциальных уравнений движения манипулятора.
4.	Генерация траекторий	Общие аспекты планирования траекторий. Особенности планирования траекторий в пространстве обобщенных координат. Типы траекторий. Планирование траекторий движения манипулятора в декартовом пространстве. Планирование траекторий на основе динамической модели.
5.	Системы управления роботами	Цикловая система. Позиционная система. Контурная система. Адаптивное управление.
6.	Линейное управление манипуляторами	Управление с обратной связью. Управление движением по заданной траектории.
7.	Задачи управления движением робота	Методы, основанные на решении обратной задачи динамики. Способы силового управления при реализации задач сборки и механообработки. Применение методов самонастройки при управлении роботами.

#### 5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей профессиональной компетенции:

– Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции (ПК)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции (ИПК)	Основание (профстандарт, анализ опыта)
--------------------------------------	---------------------------	--	---	--

Тип задач профессиональной деятельности: Технологический тип задач				
Управление технологическими процессами промышленного производства	Анализ сложных технологических процессов химической технологии	<b>ПК-1</b> Анализ сложных технологических процессов в химии и химической технологии	<b>ПК-1.3</b> Выбор технологического оборудования применяемого в технологическом процессе	ПС: 40.079 «Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов термического производства» Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам на рынке труда

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- особенности манипуляторов как объектов управления;
- методы решения задач кинематики манипуляторов;
- методы построения моделей динамики манипуляторов;
- методы планирования траекторий движения манипулятора в декартовом пространстве и в пространстве обобщенных координат;
- принципы построения исполнительных систем роботов;
- основные методы управлений движением манипуляторов.

**Уметь:**

- разрабатывать алгоритмы и программы работы манипуляторов;

**Владеть:**

- навыками синтеза систем управления движением манипуляторов.

## 6.1. Виды учебной работы и их объем

### 6.1. 1. Очная форма обучения

Вид учебной работы	Объем		в том числе в форме практической подготовки	
	з.е.	акад. ч.	з.е.	акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>0.44</b>	<b>16</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>	<b>1.33</b>	<b>48</b>		
Лекции	0.89	32		
Практические занятия (ПЗ)	-	-		
Лабораторные работы (ЛР)	0.44	16	0.44	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0.67</b>	<b>24</b>		
Контактная самостоятельная работа		4		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		20		
<b>Форма (ы) контроля:</b>	<b>Зачет</b>			
Контактная работа - промежуточная аттестация				
Подготовка к экзамену.				

### 6.1. 2. Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Объем		в том числе в форме практической подготовки	
	з.е.	акад. ч.	з.е.	акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>0.22</b>	<b>8</b>
<b>Контактная работа - аудиторные занятия:</b>	<b>0.33</b>	<b>12</b>		
Лекции	0.11	4		
Практические занятия (ПЗ)	-	-		
Лабораторные работы (ЛР)	0.22	8	0.22	8

<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1.55</b>	<b>56</b>		
Контактная самостоятельная работа	<b>0.11</b>	<b>4</b>		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>56</b>		
<b>Форма (ы) контроля:</b>	<b>Зачет</b>			
Контактная работа - промежуточная аттестация				
Подготовка к зачету.				

#### **Разработчик**

доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов» НИ РХТУ,

к.т.н., доцент Сидельников С.И.

**Зав. кафедрой** «Автоматизация производственных процессов» НИ РХТУ,

к.т.н., доцент Лопатин А.Г.

#### **Руководитель направления (ОПОП)**

Декан факультета «Кибернетика» НИ РХТУ, к.т.н., доцент Маслова Н.В.

Декан факультета ЗиОЗО: к.т.н., доцент Стекольников А.Ю.

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Динамика и управление манипуляторами Б1.В.05»**

Направление подготовки

15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств" **Направленность**  
**(профиль) образовательной программы:**

"Автоматизация технологических процессов и производств"

Номер измене ния / дополн ения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры № ____ от «__» ____ 202__ г.
		протокол заседания кафедры № ____ от «__» ____ 202__ г.
		протокол заседания кафедры № ____ от «__» ____ 202__ г.