

каф

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-Российского университета

Ю.В. Машин

22. 12. 2023

Регистрационный № УД-150306/Б.Р.О. 25/р

**ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА РОБОТОВ**  
(наименование дисциплины)

**Направление подготовки** 15.03.06 Механика и робототехника

**Направленность (профиль)** Робототехника и робототехнические системы: разработка и применение

**Квалификация** Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	5
Лекции, часы	34
Практические занятия, часы	34
Экзамен, семестр	5
Контактная работа по учебным занятиям, часы	68
Самостоятельная работа, часы	76
Всего часов / зачетных единиц	144/4

Кафедра-разработчик программы: Основы проектирования машин  
Составитель: О.В. Пузанова, к.т.н, доцент

Могилев, 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06. Механика и робототехника, утвержденным приказом № 1046 от 17.08.2020, учебным планом рег. № 150306-2.1, утвержденным 28.04.2023.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Основы проектирования машин» 15.12.2023, протокол № 5

Заведующий кафедрой ОПМ

 А.П. Прудников

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета (протокол № 3 от 20.12.2023)

Зам. председателя  
Научно-методического совета

 С.А. Сухоцкий

Рецензент:

О.В. Борисенко, начальник отдела механизации, автоматизации и охраны труда  
(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

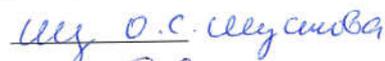
РУП «Могилевавтодор»

Рабочая программа согласована:

Зав. кафедрой «Технология машиностроения»

 В.М. Шеменков

Ведущий библиотекарь

 О.С. Шущкова

Начальник учебно-методического  
отдела

 О.Е. Печковская

# **1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

## **1.1 Цель учебной дисциплины**

Целью учебной дисциплины является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять существующие и осваивать новые методы анализа и синтеза механизмов, применяемых в робототехнике.

## **1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины**

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

**знать:**

- основные теоретические положения строения, кинематики, динамики и управления робототехническими системами;
- принципы проектирования основных видов механизмов робототехники;

**уметь:**

- составлять расчетные схемы (модели) робототехники, пригодные для решения технических задач, выполнения кинематических и динамических расчетов, применять результаты расчетов для получения оптимальных характеристик механизмов и машин робототехники;
- разрабатывать алгоритмы программ расчета параметров на ПК, выполнять конкретные расчеты;

**владеть:**

- основными принципами проектирования, анализа и синтеза различных механизмов робототехники;
- методами проектирования основных видов механизмов робототехники.

## **1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (обязательная часть Блока 1).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- математика;
- физика;
- теоретическая механика;
- теория механизмов и машин;
- информатика.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- конструирование механизмов роботов и мехатронных систем.

Кроме того, знания, полученные при изучении дисциплины на лекционных, практических и лабораторных занятиях будут применены при прохождении производственной технологической (проектно-технологической) практики, а также при подготовки выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности.

## 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1.	Введение	Введение. Основные понятия. Структура и классификация механизмов робототехники. Условное изображение на схеме. Задачи и разделы прикладной механики роботов	ОПК-1
2.	Кинематика манипуляторов	Задачи кинематики манипуляторов. Основные параметры кинематики манипуляторов. Методы решения задач кинематики манипуляторов. Примеры применения методов и их анализ	ОПК-1
3.	Динамика манипуляторов	Задачи динамики манипуляторов. Основные динамические параметры манипуляторов, их классификация и характеристика. Метод кинетостатики в динамике манипулятора. Уравнение Лагранжа и принцип Даламбера в динамике манипулятора. Вариационные принципы в динамике манипулятора.	ОПК-1
4.	Синтез механизмов манипуляторов	Общие вопросы теории синтеза и оптимизации механизмов манипуляторов. Основные геометрические и кинематические характеристики, необходимые для синтеза. Синтез незамкнутых кинематических цепей по заданным положениям объекта в пространстве	ОПК-1
5.	Построение двигательных систем роботов	Кинематика исполнительных механизмов. Силовой расчет дифференциальных исполнительных механизмов. Кинематическая развязка движений. Выбор зазоров в исполнительных механизмах	ОПК-1
6.	Уравновешивание и точность манипуляторов	Статическое уравновешивание манипуляторов. Динамическая развязка движений. Аккумуляция энергии. Кинематическая погрешность манипуляторов. Статические и динамические ошибки манипулятора	ОПК-1

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Самостоятель- ная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
<b>Модуль 1</b>							
1	Тема 1. Введение	2	П.р. № 1. Чтение и создание структурных и кинематических схем манипуляторов	2	2,5		
2	Тема 2. Кинематика манипуляторов	2	П.р. № 2. Кинематический анализ манипуляторов	2	2,5		
3	Тема 2. Кинематика манипуляторов	2	П.р. № 2. Кинематический анализ манипуляторов	2	2,5		
4	Тема 2. Кинематика манипуляторов	2	П.р. № 2. Кинематический анализ манипуляторов	2	2,5	КР	9
5	Тема 2. Кинематика манипуляторов	2	П.р. № 2. Кинематический анализ манипуляторов	2	2,5		
6	Тема 3. Динамика манипуляторов	2	П.р. № 3. Применение метода кинестатики в динамике манипулятора	2	2,5		
7	Тема 3. Динамика манипуляторов	2	П.р. № 3. Применение метода кинестатики в динамике манипулятора	2	2,5	КР	9
8	Тема 3. Динамика манипуляторов	2	П.р. № 3. Применение уравнения Лагранжа в динамике манипулятора	2	2,5	О ПКУ	12 30
<b>Модуль 2</b>							
9	Тема 3. Динамика манипуляторов	2	П.р. № 4. Применение уравнения Лагранжа в динамике манипулятора	2	2,5		
10	Тема 3. Динамика манипуляторов	2	П.р. № 4. Применение уравнения Лагранжа в динамике манипулятора	2	2,5		
11	Тема 3. Динамика манипуляторов	2	П.р. № 4. Применение уравнения Лагранжа в динамике манипулятора	2	2,5	КР	9
12	Тема 4. Синтез механизмов манипуляторов	2	П.р. № 5. Определение геометрических характеристик манипуляторов	2	2,5		
13	Тема 4. Синтез механизмов манипуляторов	2	П.р. №6 Синтез манипуляторов	2	2,5		
14	Тема 4. Построение двигательных систем роботов	2	П.р. №6 Синтез манипуляторов	2	2,5		
15	Тема 5. Построение двигательных систем роботов	2	П.р. №7 Кинематический анализ исполнительных механизмов	2	2,5	КР	9
16	Тема 6. Уравновешивание и точность манипуляторов	2	П.р. №7 Уравновешивание манипулятора	2	2,5	О	12
17	Тема 6. Уравновешивание и точность манипуляторов	2	П.р. №7 Уравновешивание манипулятора	2		ПКУ	30
18-20					36	ПА (экзамен)	40
Итого за 4 семестр		34		34	76		100

Принятые обозначения:

*Текущий контроль* –

КР – контрольная работа в тестовой форме;

О – лекционный опрос;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

### 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение инновационных форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Виды аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Практические занятия	
1.	Мультимедиа	Тема 1-6		34
2.	Расчетные		Пр.№ 1-7	34
	<b>ИТОГО:</b>	34	34	68

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1.	Вопросы к экзамену	1
2.	Экзаменационные задачи	1
3.	Тестовые задания для контрольных работ	4
4.	Вопросы к лекционному опросу	2

## 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня*	Результаты обучения**
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.			
<i>ИОПК-1.4 Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач механики.</i>			
1	Пороговый уровень	Понимает основы синтеза и анализа механизмов робототехники	Выполняет расчеты механизмов по предложенной методике
2	Продвинутый уровень	Применяет методики анализа и синтеза механизмов робототехники	Владеет методиками анализа и синтеза механизмов робототехники
3	Высокий уровень	Анализирует методы анализа и синтеза механизмов робототехники	Способен обоснованно и эффективно применять методики анализа и синтеза механизмов робототехники

### 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства*
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	
Выполняет расчеты механизмов по предложенной методике	Вопросы к экзамену. Экзаменационные задачи. Тестовые задания для контрольных работ. Вопросы к лекционному опросу.
Владеет методиками анализа и синтеза механизмов робототехники	Вопросы к экзамену. Экзаменационные задачи. Тестовые задания для контрольных работ. Вопросы к лекционному опросу.
Способен обоснованно и эффективно применять методики анализа и синтеза механизмов робототехники	Вопросы к экзамену. Экзаменационные задачи. Тестовые задания для контрольных работ. Вопросы к лекционному опросу.

### 5.3 Критерии оценки практических занятий

За время изучения дисциплины студент выполняет контрольные работы в виде тестов. Знания, умения, навыки студента оцениваются балами: «четыре», «три», «два», «один», «ноль».

#### Шкала критериев оценки контрольной работы

Баллы		Требования к знаниям
максимум	минимум	

9	8	Студент глубоко и прочно усвоил проверяемый материал курса, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, правильно обосновывает принятые решения.
7	4	Студент имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, частично ответил на поставленные вопросы по материалу выполненной работы.
3	1	Студент знает менее 50 % проверяемого материала, допускает значительные ошибки, с большими затруднениями решает задачи или не справляется с ними

#### 5.4 Критерии оценки экзамена

Экзаменационный билет включает три вопроса по курсу (один - по первому модулю, два - по второму модулю и задачу).

Каждый из вопросов имеет вес от 0 до 10 баллов в зависимости от полноты ответов. Полный ответ на вопрос должен включать:

описательную часть, при необходимости включающую расчетные формулы (0-5 балла),

графическую часть (0-5 балла),

Основанием для простановки неполного балла являются ошибки в терминологии, схемах и расчетных зависимостях.

Экзаменационная задача имеет максимальный вес 10 баллов.

Полное решение задачи должно включать все необходимые расчетные схемы и зависимости, позволяющие получить правильный ответ.

Основанием для простановки неполного балла являются непонимание сути задачи, ошибки в алгоритме решения и использованных зависимостях.

#### **6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

Критерием оценки результатов самостоятельной работы студента является уровень освоения студентом учебного материала.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

№ п/ п	Библиографическое описание	Гриф***	Количество Экземпляров/ URL
1	<b>Тимофеев, Г.А.</b> Теория механизмов и машин: учебник и практикум для вузов 4-е изд., перераб. и доп.– М.:Юрайт, 2022.- 432 с.	Рек. УМО ВО в качестве учебника и практикума для студ. вузов, обучающ. по тех. направл. и спец.	15
2	<b>Борисенко, Л.А.</b> Теория механизмов, машин и манипуляторов: учебник. – Минск: «Новое знание», Москва «ИНФА-М»:2018.–283 с.	Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений по машиностроительным специальностям Рекомендовано Учебно-методическим центром «Профессиональный учебник-в качестве учебного пособия для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений	<a href="https://znaniu.m.com/catalog/product/960078">https://znaniu.m.com/catalog/product/960078</a>

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/ п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	<b>Вульфсон, И.И.</b> Теория механизмов и машин: расчет колебаний привода: учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры.- 3- изд., перераб. и доп.- М: Юрайт, 2018.-170 с.	Рек. УМО в качестве учеб. пособия для студ. вузов	5
2	<b>Волков, В.В.</b> Теория механизмов и машин: учебник.- Старый Оскол: ТНТ, 2017.- 328 с.	Рек. ФГБОУ ВО «Моск. гос. технол. ун-т «Станкин» в качестве учебника для студ. вузов.	30
3			

### 7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам

#### 7.4.1 Методические рекомендации

1. Пузанова О.В. Прикладная механика роботов. Методические указания к практическим работам для студентов специальности 15.03.06 «Механика и робототехника». Могилев: (электронный вариант).

#### **7.4.2 Информационные технологии**

Тема 1. Структурный анализ механизмов.

Тема 2. Геометрический и кинематический анализ механизмов

Тема 3. Динамика механизмов

Тема 4. Синтез рычажных механизмов.

Тема 5. Анализ и синтез зубчатых механизмов.

Тема 6. Анализ и синтез кулачковых механизмов.

### **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспортах лабораторий «801», «802», «803», 805», «117» рег. номер ПУЛ-4.503-801/07-23, ПУЛ-4.503-802/07-23, ПУЛ-4.503-803/07-23, ПУЛ-4.503-805/07-23, ПУЛ-4.441-117/01-23.

**ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА РОБОТОВ**  
(наименование дисциплины)

**АННОТАЦИЯ**  
**К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Направление подготовки** 15.03.06 Механика и робототехника

**Направленность (профиль)** Робототехника и робототехнические системы: разработка и применение

**Квалификация** Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	5
Лекции, часы	34
Практические занятия, часы	34
Экзамен, семестр	5
Контактная работа по учебным занятиям, часы	68
Самостоятельная работа, часы	76
Всего часов / зачетных единиц	144/4

**1 Цель учебной дисциплины**

Целью учебной дисциплины является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять существующие и осваивать новые методы анализа и синтеза механизмов, применяемых в робототехнике.

**2 Планируемые результаты изучения дисциплины**

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

**знать:**

- основные теоретические положения строения, кинематики, динамики и управления робототехническими системами;
- принципы проектирования основных видов механизмов робототехники;

**уметь:**

- составлять расчетные схемы (модели) робототехники, пригодные для решения технических задач, выполнения кинематических и динамических расчетов, применять результаты расчетов для получения оптимальных характеристик механизмов и машин робототехники;
- разрабатывать алгоритмы программ расчета параметров на ПК, выполнять конкретные расчеты;

**владеть:**

- основными принципами проектирования, анализа и синтеза различных механизмов робототехники;
- методами проектирования основных видов механизмов робототехники.

**3 Требования к освоению учебной дисциплины**

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

ОПК-1 – Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования профессиональной деятельности.

**4 Образовательные технологии**

Мультимедиа, расчетные.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

по учебной дисциплине «Прикладная механика роботов»

направления подготовки 15.03.06 Механика и робототехника  
направленность (профиль) Робототехника и робототехнические системы: разработка и  
применение

на 2024/2025 учебный год

Дополнений и изменений нет.

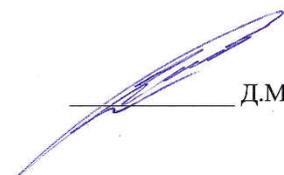
Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ОПМ  
(название кафедры)  
(протокол № 8 от 06.03.2024)

Заведующий кафедрой:  
к.т.н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)

 А.П. Прудников

УТВЕРЖДАЮ

Декан машиностроительного факультета  
к.т.н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)

 Д.М. Свирепа

08.03.2024

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой «Технология машиностроения»  
(название выпускающей кафедры  
данной специальности)

 В.М. Шеменков

Ведущий библиотекарь

 О.Е. Печковская

Начальник учебно-методического отдела