

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)

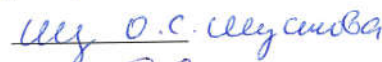
РУП «Могилевавтодор»

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 исследования и проектирования механизмов и машин, 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 системами машин, отдельными машинами и механизмами;
- измерительную аппаратуру для определения кинематических и динамических параметров механизмов и машин;
- принципы проектирования основных видов механизмов;

уметь:

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

владеть:

- основными принципами проектирования, анализа и синтеза различных механизмов;
- методами проектирования основных видов механизмов;
- методами расчета динамической нагруженности машин и механизмов.

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;
- информатика.

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

- прикладная механика роботов
- конструирование механизмов роботов и мехатронных систем.

Кроме того, знания, полученные при изучении дисциплины на лекционных, практических и лабораторных занятиях будут применены при прохождении технологической (проектно-технологической) практики, а также при подготовке 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 общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования 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.	Структурный анализ механизмов.	Введение. Основные понятия. Структура механизмов. Классификация кинематических пар. Условное изображение кинематических пар по ГОСТ 2770-68. Кинематические цепи. Основные виды механизмов. Рычажные механизмы, кулачковые, зубчатые, фрикционные механизмы, механизмы с гибкими звеньями. Число степеней свободы. Обобщенные координаты. Начальные звенья. Структурный анализ плоских механизмов путем наложения групп Асура. Структурная теория М.З. Колосовского. Замена высших пар низшими.	ОПК-1
2.	Геометрический и кинематический анализ механизмов	Геометрический анализ механизмов. Вид сборки механизма. Кинематический анализ механизмов. Задачи анализа. Методы кинематического анализа (метод планов, метод замкнутых векторных контуров, метод преобразования координат, метод центроид, экспериментальный метод, метод кинематических диаграмм)	ОПК-1
3.	Динамика механизмов	Классификация сил. Трение в кинематических парах. Силовой анализ механизмов. КПД механизмов. Кинетостатика механизма. Метод Жуковского. Уравнения движения механизмов с голономными и неголономными связями. Режимы движения. Регулирование движения. Динамика механизмов с упругими звеньями. Уравновешивание механизмов и роторов.	ОПК-1
4.	Синтез рычажных механизмов.	Этапы синтеза механизмов. Параметры синтеза. Ограничения. Основные и дополнительные условия синтеза. Условия существования кривошипа в шарнирном четырехзвеннике. Условия существования кривошипа в кривошипно-ползунном механизме. Синтез по коэффициенту производительности, синтез с учетом угла давления, синтез по положениям звеньев, синтез	ОПК-1

		направляющих механизмов, синтез передаточных механизмов.	
5.	Анализ и синтез зубчатых механизмов.	Классификация зубчатых механизмов. Основной закон зацепления. Эвольвента окружности. Уравнения эвольвенты в параметрической форме. Свойства эвольвенты. Геометрия эвольвентного колеса. Исходный контур. Смещенные и нулевые колеса. Построение картины эвольвентного зацепления. Коэффициент перекрытия. Передаточное отношение и передаточное число. Схемы планетарных механизмов. Аналитический метод кинематического анализа планетарных механизмов. Графический способ исследования планетарных механизмов. Синтез планетарных механизмов с учетом условия соосности. Условия соседства и сборки.	ОПК-1
6.	Анализ и синтез кулачковых механизмов.	Синтез кулачковых механизмов. Виды кулачковых механизмов. Достоинства и недостатки. Область применения. Заменяющие механизмы. Элементы кулачка. Выбор закона движения выходного звена. Задача анализа кулачковых механизмов. Метод обращенного движения. Угол давления. Определение размеров кулачка из условия ограничения угла давления. Определение основных размеров из условия выпуклости кулачка. Построение профиля кулачка по заданному закону движения выходного звена.	ОПК-1

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятель- ная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1 (4 семестр)									
1	Тема 1. Структурный анализ механизмов.	2	П.р. № 1. Структура плоских и пространственных механизмов.	2	Л.р. №1 Структурный анализ и структурно-конструктивная классификация механизмов.	2	2	ЗЛР	3
2	Тема 1. Структурный анализ механизмов.	2					2		
3	Тема 2. Геометрический и кинематический анализ механизмов	2	П.р. № 2 Кинематический анализ механизмов (графически).	2	Л.р. №2 Уравновешивание ротора	2	2	ЗЛР	3
4	Тема 2. Геометрический и кинематический анализ механизмов	2					3		
5	Тема 2. Геометрический и кинематический анализ механизмов	2	П.р. № 3 Кинематический анализ механизмов (аналитически)	2	Л.р. №3 Построение эвольвентных колес методом обкатки	2	2	КР	5

6	Тема 2. Геометрический и кинематический анализ механизмов	2				3	ЗИЗ	4
7	Тема 3. Динамика механизмов	2	П.р.№ 4 Силовой анализ механизмов (графически)	2	Л.р.№3 Построение эвольвентных колес методом обкатки	2	ЗЛР	3
8	Тема 3. Динамика механизмов	2				3	О ПКУ	12 30
Модуль 2 (4 семестр)								
9	Тема 3. Динамика механизмов	2	П.р.№ 5 Силовой анализ механизмов (аналитически)	2	Л.р. № 4 Кинематический анализ планетарных механизмов	2	ЗЛР	3
10	Тема 3. Динамика механизмов	2				3		
11	Тема 3. Динамика механизмов	2	П.р. №6 Динамический анализ механизмов	2	Л.р. № 4 Кинематический анализ планетарных механизмов	2	ЗЛР	3
12	Тема 4. Синтез рычажных механизмов	2				3		
13	Тема 4. Синтез рычажных механизмов	2	П.р. №7 Анализ и синтез зубчатых механизмов	2	Л.р.№5 Синтез и анализ кулачковых механизмов	2	КР	5
14	Тема 5. Анализ и синтез зубчатых механизмов	2				3	ЗИЗ	4
15	Тема 5. Анализ и синтез зубчатых механизмов	2	П.р. №8 Анализ и синтез кулачковых механизмов.	2	Л.р.№5 Синтез и анализ кулачковых механизмов	2	ЗЛР	3
16	Тема 6. Анализ и синтез кулачковых механизмов	2				3	О	12
17	Тема 6. Анализ и синтез кулачковых механизмов	2				3	ПКУ	30
18-20						36	ПА (экзамен)	40
Итого за 4 семестр		34		16		16	78	100

Принятые обозначения:

Текущий контроль –

КР – контрольная работа;

ЗИЗ – защита индивидуального задания

ЗЛР – защита лабораторных работ;

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	Лабораторные занятия	
1.	Мультимедиа	Тема 1-6			34
2.	Расчетные		Пр.№ 1-8	Л.р. № 1-5	32
	ИТОГО:	34	16	16	66

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.	Задания для контрольных работ	2
4.	Вопросы к защите лабораторных работ	5
5.	Вопросы к лекционному опросу	2
6.	Тесты к защите индивидуальных заданий	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 общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования профессиональной деятельности.		
	<i>ИОПК-1.4 Владеет основными понятиями и законами физики, принципами экспериментального и теоретического изучения физических явлений и процессов</i>		
1	Пороговый уровень	Понимает основы синтеза и анализа различных видов механизмов.	Выполняет расчеты механизмов по предложенной методике.

2	Продвинутый уровень	Применяет методики анализа и синтеза различных видов механизмов.	Владеет методиками анализа и синтеза различных видов механизмов.
3	Высокий уровень	Анализирует методов анализа и синтеза различных видов механизмов.	Способен обоснованно и эффективно применять методики анализа и синтеза различных видов механизмов.

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 профессиональной деятельности.	
Выполняет расчеты механизмов по предложенной методике.	Вопросы к экзамену. Экзаменационные задачи. Задания для контрольных работ. Вопросы к защите лабораторных работ. Вопросы к лекционному опросу. Тесты к защите индивидуальных задний
Владеет методиками анализа и синтеза различных видов механизмов.	Вопросы к экзамену. Экзаменационные задачи. Задания для контрольных работ. Вопросы к защите лабораторных работ. Вопросы к лекционному опросу. Тесты к защите индивидуальных задний
Способен обоснованно и эффективно применять методики анализа и синтеза различных видов механизмов.	Вопросы к экзамену. Экзаменационные задачи. Задания для контрольных работ. Вопросы к защите лабораторных работ. Вопросы к лекционному опросу. Тесты к защите индивидуальных задний

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Каждая выполненная лабораторная работа оценивается до 3 баллов. При этом баллы начисляются за ее защиту в зависимости от уровня знаний студента по теме работы.

Шкала критериев оценки защиты лабораторных работ

Баллы		Требования к знаниям
максимум	минимум	
3	2	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.
2	1	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.
1	0	Студент знает менее 50 % проверяемого материала, допускает значительные ошибки, с большими затруднениями решает задачи или не справляется с ними

Если работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются, а она падает в разряд задолженностей.

5.4 Критерии оценки практических занятий

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

Шкала критериев оценки контрольной работы

Оценка	Требования к знаниям
«пять»	Студент глубоко и прочно усвоил проверяемый материал курса, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач
«четыре»	Студент твёрдо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения
«три»	Студент имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач
«два»	Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно
«один»	Студент знает менее 50% проверяемого материала, допускает значительные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает задачи или не справляется с ними

Защита индивидуального задания проводится в форме тестирования.

Баллы		Требования к знаниям
максимум	минимум	
4	3	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.
2	1	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.
1	0	Студент знает менее 50 % проверяемого материала, допускает значительные ошибки, с большими затруднениями решает задачи или не справляется с ними

5.5 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

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

Выполнение индивидуальных заданий.

В 4-ом семестре студенты выполняют два индивидуальных задания, позволяющих закрепить теоретические навыки, полученные на лекционных и практических занятиях и подготовить студента к выполнению курсового проекта.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/ п	Библиографическое описание	Гриф	Количество Экземпляров/ URL
1	Тимофеев, Г.А. 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	Борисенко, Л.А. 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	https://znaniu.m.com/catalog/product/960078

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Вульфсон, И.И. 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	Волков, В.В. 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. Теория механизмов и машин. Методические указания к практическим работам для студентов специальности 15.03.06 «Механика и робототехника». Могилев: (электронный вариант).
2. Пузанова О.В. Теория механизмов, машин и манипуляторов. Методические указания к лабораторным занятиям 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 паспорте лаборатории «503», рег. номер ПУЛ-4.503-409/01-23.

ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

(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	2
Семестр	4
Лекции, часы	34
Практические занятия, часы	16
Лабораторные занятия, часы	16
Экзамен, семестр	4
Контактная работа по учебным занятиям, часы	66
Самостоятельная работа, часы	78
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 исследования и проектирования механизмов и машин, применяемых к любым практическим задачам при их эксплуатации.

2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основные теоретические положения строения, кинематики, динамики и управления системами машин, отдельными машинами и механизмами;
- измерительную аппаратуру для определения кинематических и динамических параметров механизмов и машин;
- принципы проектирования основных видов механизмов;

уметь:

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

владеть:

- основными принципами проектирования, анализа и синтеза различных механизмов;
- методами проектирования основных видов механизмов;
- методами расчета динамической нагруженности машин и механизмов.

3 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

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

4 Образовательные технологии

Мультимедиа, расчетные.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

по учебной дисциплине «Теория механизмов и машин»

направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

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)

28.03.2024


Д.М. Свирепа

СОГЛАСОВАНО:

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


В.М. Шеменков

Ведущий библиотекарь

Ильина О.С.

Начальник учебно-методического отдела


О.Е. Печковская