

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-  
Российского университета

М.Е. Лустенков

«26» 09 2016 г.

Регистрационный № УД-150306/Б, 1.ВОО.5/р

## ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА РОБОТОВ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА 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
Контролируемая самостоятельная работа, тип/семестр	
Самостоятельная работа, часы	76
Всего часов / зачетных единиц	144/4

Кафедра-разработчик программы: Основы проектирования машин

Составитель: Н.И. Рогачевский, канд. техн. наук, доцент

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 «Механика и робототехника» (уровень бакалавриата), утвержденным приказом № 206 от 12.03.2015 г., учебным планом рег. № 150306-1, утвержденным 16.09.2016 г.


Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Основы проектирования машин»  
31 августа 2016 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  А.П. Прудников

Одобрена и рекомендована к утверждению Президиумом научно-методического совета Белорусско-Российского университета

23 сентября 2016 г., протокол № 1.

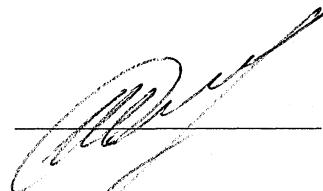
Зам. председателя Президиума научно-методического совета

  
А.Д. Бужинский

Рецензент: Владимир Алексеевич Старченко, директор ООО «АЭРОВОДПРОМ»

Рабочая программа согласована:


Зав. кафедрой «Технология машиностроения»

  
В.М. Шеменков

Зав. справочно-библиографическим отделом

  
Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического отдела

  
О.Е. Печковская  
23.09.16

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## 1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять существующие технические решения, технические средства и технологии для их реализации, предлагать более эффективные технические решения, а также воспринимать и осваивать новые научно-техническую информацию и опыт решения задач машиностроения.

## 1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

**знать:**

- основные виды механизмов их принцип работы;
- кинематические и динамические характеристики механизмов;
- основные методы анализа и синтеза механизмов;
- основы триботехники;

**уметь:**

- определять оптимальные параметры механизмов по заданным кинематическим и динамическим характеристикам;
- производить анализ и синтез механизмов с использованием средств вычислительной техники;

**владеть:**

- методами функционального проектирования механизмов;
- методами выбора рационального механизма для требуемого преобразования движения;
- аналитическими и графическими методами оценки кинематики и динамики предлагаемой схемы механизма.

## 1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к блоку 1 «Дисциплины (модули), вариативная часть, обязательные дисциплины».

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

- математика (дифференциальное и интегральное исчисление, аналитическая геометрия);
- физика (статика, кинематика, динамика, механические колебания);
- информатика;
- инженерная графика;
- компьютерная графика и 3D моделирование;
- теоретическая механика;
- сопротивление материалов.

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

- электрические приводы мехатронных и робототехнических устройств;
- гидро-и пневмопривод мехатронных и робототехнических устройств;
- проектирование роботов и робототехнических систем.

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются в ходе практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

#### 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-2	Владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем
ПК-1	Способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники
ПК-11	Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием

## 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

Номера тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Введение. Промышленные роботы и манипуляторы	Промышленные роботы и манипуляторы. Назначение и области применения. Классификация промышленных роботов. Принципиальное устройство промышленного робота. Структура и основные характеристики манипуляторов	ОПК-2 ПК-1
2	Структура и классификация механизмов роботов и манипуляторов	Основные понятия (машина, механизм звено, кинематическая пара, структурная и кинематическая схема). Классификация кинематических пар. Условное изображение кинематических пар. Кинематические цепи. Основные виды механизмов (рычажные, кулачковые, зубчатые, фрикционные, механизмы с гибкими звеньями)	ОПК-2 ПК-1
3	Структурный анализ и синтез механизмов	Структурные формулы. Обобщенные координаты. Число степеней подвижности механизмов. Формула Чебышева. Формула Сомова-Малышева. Структурные группы Ассур. Механизмы с избыточными связями	ОПК-2 ПК-1
4	Кинематический анализ механизмов	Задачи анализа. Понятие о геометрических и кинематических	ОПК-2 ПК-1

		характеристиках механизмов. Экспериментальные и теоретические методы их определения (геометрический, преобразования координат, кинематических диаграмм)	
5	Метод планов для кинематического анализа механизмов	Основные кинематические соотношения. План положений механизма. Планы скоростей и ускорений шатунных и кулисных механизмов	ОПК-2 ПК-1
6	Кинематика механизмов с линейной функцией положения	Механизмы с линейной функцией положения: фрикционные, ременные, цепные передачи; зубчатые передачи; гиперболоидные передачи (винтовые, гипоидные, червячные)	ОПК-2 ПК-1
7	Кинематика зубчатых рядов и планетарных механизмов	Зубчатые ряды. Коробки передач. Основные типы планетарных механизмов и их кинематика. Метод обращенного движения. Формула Виллиса. Условия подбора чисел зубьев (соосности, соседства и сборки). Подбор чисел зубьев по методу сомножителей. Дифференциал	ОПК-2 ПК-1
8	Динамика механизмов. Силовой расчет	Задачи динамики. Основные понятия динамики. Силы и их классификация. Силы в кинематических парах без учета трения. Учет силы трения. КПД механизма. Методы силового расчета (графоаналитический, аналитический, метод Жуковского)	ОПК-2 ПК-11
9	Динамический анализ машин	Характеристики сил, действующих в машинах. Динамическая модель механизма и определение ее параметров. Уравнения движения механизма. Исследование различных режимов движения	ОПК-2 ПК-1
10	Уравновешивание механизмов и балансировка роторов	Понятие неуравновешенности механизма. Способы уравновешивания механизмов. Неуравновешенность роторов и их балансировка	ОПК-2 ПК-1
11	Виброзащита машин	Методы виброзащиты. Взаимодействие двух подвижных звеньев. Подрессоривание и виброизоляция. Динамическое гашение колебаний	ОПК-2 ПК-1
12	Общие методы синтеза механизмов	Этапы синтеза. Входные и выходные параметры. Основные и дополнительные условия синтеза. Целевые функции. Ограничения. Методы оптимизации	ОПК-2 ПК-11
13	Синтез механизмов с низшими парами	Условия существования кривошипа в шарнирном четырехзвеннике, кривошипно-ползунном и кулисном механизмах. Понятие о коэффициенте неравномерности средней скорости и об угле давления в рычажном механизме	ОПК-2 ПК-1

14	Основы теории высшей кинематической пары	Механизмы с высшими кинематическими парами. Основная теорема синтеза высшей кинематической пары. Сопряженные профили. Угол давления в механизмах с высшими кинематическими парами. Зубчатые передачи и их классификация. Эвольвентная зубчатая передача. Эвольвента окружности. Эвольвентное зацепление и его свойства	ОПК-2 ПК-1
15	Эвольвентная зубчатая передача	Эвольвентное зубчатое колесо и его параметры. Методы изготовления эвольвентных зубчатых колес. Понятие об исходном и производящем контурах. Основные размеры зубчатого колеса. Смещение. Подрезание и заострение зуба. Качественные показатели для эвольвентной передачи. Понятие о блокирующем контуре	ОПК-2 ПК-11
16	Проектирование кулачковых механизмов	Классификация кулачковых механизмов. Основные параметры кулачковых механизмов. Структура кулачкового механизма. Синтез кулачкового механизма	ОПК-2 ПК-11
17	Основы триботехники	Понятия триботехника, трение, смазка, изнашивание. Трение и износ без смазочного материала. Трение и износ при граничной смазке. Трение и износ при жидкостной смазке. Трение и износ при полужидкостной смазке. Трение и износ при эластогидродинамической смазке. Трение и износ при твердой смазке	ОПК-2 ПК-1

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
5 семестр									
Модуль 1									
1	1. Введение. Промышленные роботы и манипуляторы	2	Пр.р. № 1 Структурный анализ механизмов. Определение степени подвижности.	2			2		
2	2. Структура и классификация механизмов роботов и манипуляторов	2		2			2	О	4
3	3. Структурный анализ и синтез механизмов	2	Пр.р. № 2 Кинематический анализ рычажных механизмов геометрическим методом	2			2		
4	4. Кинематический анализ механизмов	2		2			3	О	4
5	5. Метод планов для	2	Пр.р. № 3	2			2		

	кинематического анализа механизмов		Построение планов скоростей рычажных механизмов.						
6	6. Кинематика механизмов с линейной функцией положения	2		2			3	О	4
7	7. Кинематика зубчатых рядов и планетарных механизмов	2	Пр.р. № 4	2			2	КР	14
8	8. Динамика механизмов. Силовой расчет	2	Построение планов ускорений рычажных механизмов.	2			2	О ПКУ	4 30
Модуль 2									
9	9. Динамический анализ машин	2	Пр.р. № 5	2			2		
10	10. Уравновешивание механизмов и балансировка роторов	2	Кинематический анализ и синтез зубчатых рядов и планетарных механизмов	2			3	О	4
11	11. Виброзащита машин	2	Пр.р. № 6	2			2		
12	12. Общие методы синтеза механизмов	2	Силовой анализ механизмов методом планов сил и проверка методом Жуковского.	2			2	О	4
13	13. Синтез механизмов с низшими парами	2	Пр.р. № 7	2			2		
14	14. Основы теории высшей кинематической пары	2	Построение динамической и математической моделей одноподвижных механизмов.	2			3	О	4
15	15. Эвольвентная зубчатая передача	2	Пр.р. № 8	2			2		
16	16. Проектирование кулачковых механизмов	2	Уравновешивание механизмов.	2			3	КР	14
17	17. Основы триботехники	2	Пр.р. № 9	2			3	О ПКУ	4 30
18-21	Подготовка к экзамену						36	ПА (экзамен)	40
	Итого	34		34			76		100

Принятые обозначения:

*Текущий контроль* –

КР – контрольная работа;

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 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	Традиционные	Тема 5	Пр.р. № 1, 2, 3, 4, 6	22
2	Мультимедиа	Темы: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17		26
3	Проблемные / проблемно-ориентированные	Тема 13	Пр.р. № 8, 9	8
4	Расчетные	Тема 8	Пр.р. № 5, 7	10
5	С изучением нормативных документов	Тема 11		2
	<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 экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов	1
4	Тестовые / контрольные задания для проведения семестрового рейтинг-контроля, промежуточного контроля успеваемости	1

### 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

#### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровень сформированности компетенций	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<b>ОПК-2: владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем</b>			
1	Пороговый уровень	Знание основных физико-математических приемов для описания роботов и манипуляторов.	Понимание приемов физико-математического описания основных механизмов роботов и манипуляторов.
2	Продвинутый уровень	Знание и применение основных физико-математических приемов для описания роботов и манипуляторов.	Применение физико-математических методов для описания основных механизмов роботов и манипуляторов.
3	Высокий уровень	Знание и умение эффективно использовать физико-математических приемов для	Умение рационально подобрать и использовать физико-математические



		описания роботов и манипуляторов.	средства для решения прикладных инженерно-технических задач создания роботов и манипуляторов.
<b>ПК-1: способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники</b>			
1	Пороговый уровень	Знание методов математического моделирования механизмов и звеньев роботов и манипуляторов.	Понимание приемов математического моделирования механизмов и звеньев роботов и манипуляторов.
2	Продвинутый уровень	Знание и применение методов математического моделирования механизмов и звеньев роботов и манипуляторов.	Владение методами математического моделирования механизмов и звеньев роботов и манипуляторов.
3	Высокий уровень	Разработка и оценка математических моделей механизмов и звеньев роботов и манипуляторов.	Уверенная разработка, анализ и оптимизация математических моделей механизмов и звеньев роботов и манипуляторов.
<b>ПК-11: Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием</b>			
1	Пороговый уровень	Знание и понимание методик и алгоритмов расчетов и проектирования звеньев и механизмов роботов и манипуляторов.	Понимание теоретических основ механики, методов составления и исследования уравнений статики, кинематики и динамики механизмов роботов и манипуляторов.
2	Продвинутый уровень	Применение методик и алгоритмов расчетов и проектирования звеньев и механизмов роботов и манипуляторов. Анализирует результаты расчетов и проектирования.	Владение методами анализа, синтеза и оптимизации при создании моделей и исследовании звеньев и механизмов роботов и манипуляторов.

3	Высокий уровень	Разработка и оценка конструкций звеньев, сопряжений и механизмов роботов и манипуляторов.	Разработка, оценка и оптимизация анализа и синтеза звеньев, сопряжений и механизмов роботов и манипуляторов.
---	-----------------	---	--

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-2: владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем</b>	
Понимание приемов физико-математического описания основных механизмов роботов и манипуляторов.	Тестовые (контрольные) вопросы для проведения контрольных работ к промежуточной аттестации. Вопросы экзамену.
Применение физико-математических методов для описания основных механизмов роботов и манипуляторов.	Тестовые (контрольные) вопросы для проведения контрольных работ к промежуточной аттестации. Вопросы экзамену.
Умение рационально подобрать и использовать физико-математические средства для решения прикладных инженерно-технических задач создания роботов и манипуляторов.	Тестовые (контрольные) вопросы для проведения контрольных работ к промежуточной аттестации. Вопросы экзамену.
<b>ПК-1: способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники</b>	
Понимание приемов математического моделирования механизмов и звеньев роботов и манипуляторов.	Тестовые (контрольные) вопросы для проведения контрольных работ к промежуточной аттестации. Вопросы экзамену.
Владение методами математического моделирования механизмов и звеньев роботов и манипуляторов.	Тестовые (контрольные) вопросы для проведения контрольных работ к промежуточной аттестации. Вопросы экзамену.
Уверенная разработка, анализ и оптимизация математических моделей механизмов и звеньев роботов и манипуляторов.	Тестовые (контрольные) вопросы для проведения контрольных работ к промежуточной аттестации. Вопросы экзамену.
<b>ПК-11: Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием</b>	
Понимание теоретических основ механики, методов составления и исследования уравнений статики, кинематики и динамики механизмов роботов и манипуляторов.	Тестовые (контрольные) вопросы для проведения контрольных работ к промежуточной аттестации. Вопросы экзамену.

Владение методами анализа, синтеза и оптимизации при создании моделей и исследовании звеньев и механизмов роботов и манипуляторов.	Тестовые (контрольные) вопросы для проведения контрольных работ к промежуточной аттестации. Вопросы экзамену.
Разработка, оценка и оптимизация анализа и синтеза звеньев, сопряжений и механизмов роботов и манипуляторов.	Тестовые (контрольные) вопросы для проведения контрольных работ к промежуточной аттестации. Вопросы экзамену.

### 5.3 Критерии оценки практических работ

За время изучения дисциплины студент выполняет две контрольные работы. Знания, умения, навыки студента оцениваются балами: «четырнадцать», «двенадцать», «десять», «восемь», «шесть».

#### Шкала критериев оценки контрольной работы

Оценка контрольной работы	Требования к знаниям
«четырнадцать»	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
«двенадцать»	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
«десять»	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
«восемь»	Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно
«шесть»	Студент знает менее 50% проверяемого материала, допускает значительные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает задачи или не справляется с ними

### 5.4 Критерии оценки экзамена

Студент допускается к экзамену по результатам суммы оценок двух промежуточных контролей успеваемости: от 36 до 60 баллов. В случае наличия задолженности студент обрабатывает пропущенные занятия. Студент, пропустивший занятия или не набравший 36 баллов обязан ликвидировать задолженность во время,

установленное преподавателем. Отработка студентом пропущенных лекций по уважительной причине (болезнь, выезд на соревнование, освобождение деканата) проводится в форме самостоятельного написания студентом конспекта пропущенных лекций, представлением документа, подтверждающего причину пропуска. Отработка студентом пропущенных лекций без уважительной причины проводится в форме самостоятельного написания студентом конспекта лекции с последующим собеседованием с преподавателем.

Отработка студентом пропущенного практического занятия проводится в следующих формах:

- студент посещает практическое занятие по этой же теме со студентами другой учебной группы;

- отработка студентом пропущенного практического занятия по уважительной причине (болезнь, выезд на соревнование, освобождение деканата) проводится в форме представления документа, подтверждающего причину пропуска и самостоятельной работы студента над вопросами практического занятия с кратким их конспектированием или схематизацией, с последующим по выбору студента устным изложением одного вопроса преподавателю;

- отработка студентом пропущенного практического занятия без уважительной причины проводится в форме самостоятельной работы студента над вопросами занятия с кратким их конспектированием или схематизацией, с последующим устным изложением преподавателю.

Экзамен принимает лектор. Экзамен проводится по билетам. Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи и примеры, связанные с курсом. При проведении экзамена могут быть использованы технические средства.

Знания, умения, навыки студента на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### Шкала критериев оценки экзамена

Оценка экзамена	Требования к знаниям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, безупречно владеет приемами работы с оборудованием, программным, техническим и другим обеспечением, безошибочно читает схемы, графики и чертежи.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, 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 правилами их выполнения, правильно владеет приемами работы с оборудованием, программным, техническим и другим обеспечением, безошибочно читает схемы, графики и чертежи..

«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он 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 работ, допускает отдельные неточности или недостаточно четкое выполнение приемов работы на оборудовании.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, не умеет применять теоретические знания при решении практических задач, отсутствуют навыки в обосновании выдвигаемых предложений и принимаемых решений, допускает грубые ошибки в чтении графиков, схем, чертежей.

В зависимости от количества вопросов, включенных в экзаменационный билет, общая оценка выставляется:

- при двух вопросах:
  - «отлично», если обе оценки «отлично»;
  - «хорошо», если обе оценки «хорошо» или одна из оценок «отлично», а вторая «хорошо» или «удовлетворительно»;
  - «удовлетворительно», если обе оценки «удовлетворительно» или одна из оценок «удовлетворительно», а вторая «хорошо»;
  - «неудовлетворительно», если хотя бы одна из оценок «неудовлетворительно».
- при трех вопросах:
  - «отлично», если все оценки «отлично» или одна из них «хорошо»;
  - «хорошо», если не более одной оценки «удовлетворительно»;
  - «удовлетворительно», если две и более оценок «удовлетворительно»;
  - «неудовлетворительно», если одна оценка «неудовлетворительно», а остальные не выше чем «удовлетворительно» или две оценки «неудовлетворительно».

## **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. СРС включает работу с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

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
1	Прикладная механика: Учебник / Под ред. В. В. Джамая. - М. : Дрофа, 2014. - 414с	Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям высшего профессионального образования в области техники и технологии	15
2	Борисенко, Л.А. Теория механизмов, машин и манипуляторов : учеб. пособие/ Л.А. Борисенко. – Минск: Новое знание, 2011. - 285 с.	Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений по машиностроительным специальностям	200

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Тимофеев, С. И. Теория механизмов и механика машин : учеб. пособие для вузов / С. И. Тимофеев. - Ростов н/Д : Феникс, 2011. - 349с.	Допущено УМО университетского политехнического образования в качестве учеб. пособия для студентов вузов	25
2	Едунов, В. В. Механика : учеб. пособие для вузов / В. В. Едунов, А. В. Едунов. - М. : Академия, 2010. - 352с. - (Высшее профессиональное образование).	Рекомендовано НМС по механике МО и науки РФ в качестве учеб. пособия для студентов вузов	10
3	Детали машин и основы конструирования : учебник для бакалавров / под ред. Г. И. Рощина, Е. А. Самойлова. - М. : Юрайт, 2012. - 415с.	Допущено Министерством образования Российской Федерации по образованию в области техники и технологий	15
4	Михайлов, Ю. Б. Конструирование деталей механизмов и машин : учеб. пособие для бакалавров / Ю. Б. Михайлов. - М. : Юрайт, 2012. – 414 с.	Допущено УМО вузов в качестве учебного пособия для студентов вузов	10
5	Иванов, М.Н. Детали машин: Учебник / М.Н. Иванов, В.А. Финогенов. – 14-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2016.– 408 с.	Рекомендовано Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебника	250
6	Борисенко, Л.А. Малогабаритные передаточные механизмы для мехатронных устройств: монография/ Л.А. Борисенко. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2013. –187 с.	-	

7	Лустенков, М. Е. Практикум по основам проектирования и деталям машин: учеб. пособие / М.Е. Лустенков. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2015. – 203 с.: ил.	–	40
---	--	---	----

### 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

1. <http://batu.edu.by/discipline/detali-mashin-i-podemno-transportnye-mekhanizmy>
2. <http://www.twirpx.com/files/machinery/mchparts/ft.control/>
3. [http://abc.vvsu.ru/Books/det\\_mash/page0001.asp](http://abc.vvsu.ru/Books/det_mash/page0001.asp)
4. <http://venec.ulstu.ru/lib/result.php?action=author&id=312>
5. [http://www.chirt.ru/student/vpo/kafedri\\_fvpo/ttp\\_vpo/subjects\\_ttp/ttp\\_dm\\_ok/lit/](http://www.chirt.ru/student/vpo/kafedri_fvpo/ttp_vpo/subjects_ttp/ttp_dm_ok/lit/)

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

### 7.4.1 Методические рекомендации

1. Прикладная механика роботов. Методические указания к практическим занятиям для студентов направления подготовки 15.03.06 «Механика и робототехника». – Могилев: БРУ, 2016. – 31 с., 56 экз.

2. Прикладная механика роботов. Методические указания к практическим занятиям для студентов направления 15.03.06 «Механика и робототехника». – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2016. – 32с. (56 экз.)

### 7.4.2 Информационные технологии

Мультимедийные презентации по лекционному курсу:

**Тема 1.** Введение. Промышленные роботы и манипуляторы.

**Тема 2.** Структура и классификация механизмов роботов и манипуляторов.

**Тема 3.** Структурный анализ и синтез механизмов.

**Тема 4.** Кинематический анализ механизмов.

**Тема 6.** Кинематика механизмов с линейной функцией положения.

**Темы 7.** Кинематика зубчатых рядов и планетарных механизмов.

**Тема 9.** Динамический анализ машин.

**Тема 10.** Уравновешивание механизмов и балансировка роторов.

**Тема 12.** Общие методы синтеза механизмов.

**Тема 14.** Основы теории высшей кинематической пары.

**Тема 15.** Эвольвентная зубчатая передача.

**Тема 16.** Проектирование кулачковых механизмов.

**Тема 17.** Основы триботехники.

Плакаты к лекционному курсу:

1. Классификация фрикционных передач. **Тема 2.**

2. Зубчатые передачи. Цилиндрические колеса с косыми зубьями. **Тема 7.**

3. Ременные передачи. **Тема 2.**

4. Зацепление Новикова. **Тема 15.**

5. Редуктор. **Тема 7.**

6. Коническая передача. **Тема 7.**

7. Червячная передача. **Тема 2.**

8. Цепная передача. **Тема 13.**

Модели механизмов для практических работ:

M1 Набор образцов резьб.

M2 Модель волнового редуктора.

M3 Модель конического дифференциала.

M4 Модель планетарного редуктора с внутренним зацеплением.

M5 Модель планетарного редуктора с внешним зацеплением.

M6 Передача цилиндрическая прямозубая.

M7 Передача цилиндрическая косозубая.

M8 Передача цилиндрическая шевронная.

M9 Передача коническая.

M10 Передача червячная.



4. Зацепление Новикова. **Тема 15.**
5. Редуктор. **Тема 7.**
6. Коническая передача. **Тема 7.**
7. Червячная передача. **Тема 2.**
8. Цепная передача. **Тема 13.**

Модели механизмов для практических работ:

- |     |   |
|-----|---|
| M1  | Набор образцов резьб.                                   |
| M2  | Модель волнового редуктора.                             |
| M3  | Модель конического дифференциала.                       |
| M4  | Модель планетарного редуктора с внутренним зацеплением. |
| M5  | Модель планетарного редуктора с внешним зацеплением.    |
| M6  | Передача цилиндрическая прямозубая.                     |
| M7  | Передача цилиндрическая косозубая.                      |
| M8  | Передача цилиндрическая шевронная.                      |
| M9  | Передача коническая.                                    |
| M10 | Передача червячная.                                     |
| M11 | Передача винтовая.                                      |
| M12 | Передача зацеплением Новикова.                          |
| M13 | Модель ременной передачи.                               |
| M14 | Модель фрикционной передачи.                            |
| M15 | Модель передачи винт-гайка.                             |

#### **7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе**

1. ZUBCIL - программа для расчета цилиндрических зубчатых передач. **Тема 15.**
2. ZUBCER - программа для расчета стандартной червячной передачи. **Тема 14.**
3. ZUB - программа для оптимизационного расчета цилиндрических зубчатых передач. **Тема 7.**
4. CEP1 - программа для расчета роликовых и пластинчатых цепей. **Тема 14.**
5. REMKLI - программа для расчета клиноременных передач. **Тема 13.**
6. REMPLO - программа для расчета плоскоременных передач. **Тема 13.**
7. REMPOL - программа для расчета поликлиновых передач. **Тема 13.**
8. REMZUB - программа для расчета зубчатоременных передач. **Тема 7.**

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспортах лабораторий кафедры «Основы проектирования машин» рег. № ПУЛ-4.409/01-15 и рег. № ПУЛ-4.410/01-15.