

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета

М.Е. Лустенков

«26» 09 2016 г.

Регистрационный № УД-150306/6-1.ВОО.13/р

КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ РОБОТОВ

(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

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

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	5, 6
Лекции, часы	68
Практические занятия, часы	16
Лабораторные занятия, часы	50
Курсовая работа, семестр	6
Зачёт, семестр	5
Экзамен, семестр	6
Контактная работа по учебным занятиям, часы	134
Самостоятельная работа, часы	82
Всего часов / зачетных единиц	216/6

Кафедра-разработчик программы: «Технология машиностроения»
(название кафедры)

Составители: В.М. Шеменков, канд. техн. наук, доцент; А.В. Капитонов, канд. техн. наук, доцент
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2016

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

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Технология машиностроения» «19» сентября 2016 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой



В.М. Шеменков

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:

Михаил Михайлович Кожевников, зав. кафедрой «Автоматизация технологических процессов и производств» УО «Могилевский государственный университет продовольствия», к.т.н., доцент

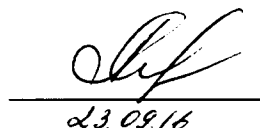
Рабочая программа согласована:

Зав. справочно-библиографическим отделом



Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического отдела



23.09.16

О.Е. Печковская

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Основной целью освоения дисциплины «Конструирование механизмов роботов» является ознакомление студентов с базовыми определениями и понятиями робототехники, принципами построения и функционирования исполнительных устройств роботов, основами их структурного анализа и синтеза, геометрических и технических характеристик, энергетического, прочностного, силового, точностного расчетов, а также методики их конструирования.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- базовые понятия и определения робототехники;
- основы структурного анализа и синтеза исполнительных механизмов роботов; основы силового расчета исполнительных механизмов роботов;
- геометрические и технические характеристики роботов;
- основы кинематического расчета роботов;
- основы расчета приводов роботов;
- основы силового расчета рабочих органов роботов;
- основы расчета кинематической точности роботов;
- основы расчета тормозных, уравнивающих, люфтовывбирающих и направляющих устройств роботов;
- основы расчета рабочих органов роботов;
- основы конструирования механизмов роботов.

уметь:

- классифицировать современные роботы и анализировать особенности их построения и функционирования;
- конструировать отдельные механизмы роботов;
- проводить структурный и силовой анализ и синтез исполнительных механизмов роботов;
- проводить кинематические, силовые, прочностные и точностные расчеты исполнительных устройств роботов;
- проводить геометрические и кинематические расчеты преобразователей движения роботов.

владеть:

- основами расчета и конструирования механизмов исполнительных устройств роботов.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к первому блоку, вариативной части, обязательным дисциплинам.

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

- физика;
- информатика;
- теоретическая механика;
- прикладная математика;
- пакет прикладных программ Matlab для исследований и разработок;
- компьютерная графика и 3D моделирование;
- сопротивление материалов;
- теоретические основы электротехники;

- основы взаимозаменяемости;
- метрология, стандартизация и сертификация.

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

- проектирование роботов и робототехнических систем;
- экспериментальные исследования робототехнических систем;
- САПР робототехнических систем;
- мехатронные устройства роботов;
- технология роботизированного производства.

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	владением физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем
ОПК-3	владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности
ПК-11	способностью 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
ПК-12	способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями
ПК-13	готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний

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	Основные термины и определения. Назначение и классификация робототехнических систем. Промышленные роботы и их классификация.	ОПК-2, 3, ПК-11, 12, 13
2	Структура роботов и манипуляторов.	Структура промышленного робота. Элементы кинематической структуры исполнительного механизма. Обобщенные координаты и степени подвижности. Структурные формулы исполнительных механизмов. Синтез структурных схем исполнительных механизмов.	ОПК-2, 3, ПК-11, 12, 13
3	Основные характери-	Геометрические характеристики роботов. Точностные характеристики роботов. Кинематические характеристики робо-	ОПК-2, 3,

	стики роботов и манипуляторов	тов. Технические характеристики роботов.	ПК-11, 12, 13
4	Кинематика и динамика роботов и манипуляторов	Системы координат роботов. Системы координат звеньев. Преобразования декартовых координат. Однородные координаты. Преобразования однородных координат. Уравнения кинематики исполнительного устройства робота. Прямая и обратная задачи кинематики. Дифференцирование матриц преобразования. Определение линейных скоростей и ускорений звеньев. Определение угловых скоростей и ускорений звеньев. Кинестатический расчет исполнительных устройств. Уравнения движения исполнительного устройства	ОПК-2, 3, ПК-11, 12, 13
5	Приводы роботов и манипуляторов	Электромеханический привод. Кинематические характеристики привода. Положение центра массы исполнительного устройства. Сила сопротивления привода. Момент сопротивления привода. Выбор электродвигателя привода. Передаточное отношение привода. Размещение приводов на исполнительном устройстве. Электродвигатели	ОПК-2, 3, ПК-11, 12, 13
6	Преобразователи движения и направляющие роботов	Передача винт-гайка качения. Передача винт-гайка скольжения. Дифференциальная и интегральная передачи винт-гайка. Ременная передача. Волновая зубчатая передача. Планетарные передачи. Передачи с гибкой связью. Механизмы выборки мертвого хода. Направляющие с трением скольжения. Направляющие с трением качения. Шариковые LM-направляющие. Шарикоплайновые направляющие	ОПК-2, 3, ПК-11, 12, 13
7	Рабочие органы роботов и манипуляторов	Захватные устройства. Классификация хватных устройств. Технические характеристики хватных устройств. Механические хватные устройства. Вакуумные хватные устройства. Магнитные хватные устройства. Многообъектные схваты. Многофункциональные схваты	ОПК-2, 3, ПК-11, 12, 13
8	Информационные устройства мехатронных и робототехнических систем	Датчики информации. Датчики положения и перемещения. Датчики скорости.	ОПК-2, 3, ПК-11, 12, 13
9	Уравновешивающие механизмы роботов	Виды систем уравновешивания. Грузовое уравновешивание статических нагрузок вращающегося звена. Грузовое уравновешивание статических нагрузок исполнительного устройства. Пружинный механизм с постоянной нагрузочной характеристикой уравновешивания статических нагрузок. Пружинный механизм с синусно-косинусной нагрузочной характеристикой. Системы уравновешивания силовых статических нагрузок. Системы уравновешивания моментных статических нагрузок. Системы уравновешивания комбинированных статических нагрузок. Системы уравновешивания переменных статических нагрузок.	ОПК-2, 3, ПК-11, 12, 13
10	Прочность исполнительных устройств роботов	Усилия, действующие на звенья исполнительного устройства робота. Расчеты на прочность при статическом нагружении. Расчет исполнительного устройства робота на выносливость. Статистическая теория подобия усталостного разрушения. Расчет на выносливость при регулярном переменном нагружении. Расчет на прочность при нерегулярном переменном нагружении	ОПК-2, 3, ПК-11, 12, 13
11	Жесткость исполнительных устройств роботов	Расчет звеньев исполнительного устройства робота на жесткость. Податливость преобразователей движения. Погрешность позиционирования исполнительного устройства робота. Первичные ошибки. Погрешности обобщенных координат. Погрешности ввода обобщенных координат. Кинематические погрешности и мертвый ход преобразователей движения. Погрешности обобщенных координат, вызванные податливостью преобразователей движения приводов Погрешности обобщенных координат, вызванные упругими свойствами функциональных звеньев. Погрешность установки исполнительного устройства робота Погрешность позиционирования робота	ОПК-2, 3, ПК-11, 12, 13

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические занятия	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Семестр 5								
Модуль 1								
1	Тема 1. Введение	2		Лб. р. 1. Исследование точности позиционирования промышленного робота РП-5-2	2	-		
2	Тема 2. Структура роботов и манипуляторов.	2		Лб. р. 1. Исследование точности позиционирования промышленного робота РП-5-2	2	-	ЗЛР	5
3	Тема 3. Основные характеристики роботов и манипуляторов	2		Лб. р. 2. Исследование нагрузочной характеристики привода промышленного робота РП-5-2	2	-		
4	Тема 4. Кинематика и динамика роботов и манипуляторов	2		Лб. р. 2. Исследование нагрузочной характеристики привода промышленного робота РП-5-2	2	-	ЗЛР	5
5	Тема 4. Кинематика и динамика роботов и манипуляторов	2		Лб. р. 3. Изучение системы управления и наладка робота РФ-202М	2	-		
6	Тема 4. Кинематика и динамика роботов и манипуляторов	2		Лб. р. 3. Изучение системы управления и наладка робота РФ-202М	2	-	ЗЛР	5
7	Тема 4. Кинематика и динамика роботов и манипуляторов	2		Лб. р. 4. Исследование усилия зажима захватного устройства робота РФ-202М	2	-		
8	Тема 5. Приводы роботов и манипуляторов	2		Лб. р. 4. Исследование усилия зажима захватного устройства робота РФ-202М	2	-	ЗЛР КО ПКУ	5 10 30
Модуль 2								
9	Тема 5. Приводы роботов и манипуляторов	2		Лб. р. 5. Кинематический анализ кулачковых механизмов	2	-		
10	Тема 5. Приводы роботов и манипуляторов	2		Лб. р. 5. Кинематический анализ кулачковых механизмов	2	-		
11	Тема 5. Приводы роботов и манипуляторов	2		Лб. р. 5. Кинематический анализ кулачковых механизмов	2	-	ЗЛР	5
12	Тема 6. Преобразователи движения и направляющие роботов	2		Лб. р. 6. Структурный анализ роботов и манипуляторов	2	-		
13	Тема 6. Преобразователи движения и направляющие роботов	2		Лб. р. 6. Структурный анализ роботов и манипуляторов	2	-		
14	Тема 6. Преобразователи движения и направляющие роботов	2		Лб. р. 6. Структурный анализ роботов и манипуляторов	2	-	ЗЛР	5

15	Тема 6. Преобразователи движения и направляющие роботов	2			Лб. р. 7. Изучение системы программирования робота РФ-202М	2	-		
16	Тема 7. Рабочие органы роботов и манипуляторов	2			Лб. р. 7. Изучение системы программирования робота РФ-202М	2	2		
17	Тема 7. Рабочие органы роботов и манипуляторов	2			Лб. р. 7. Изучение системы программирования робота РФ-202М	2	2	ЗЛР КО ПКУ	5 10 30
17-21								ПА (зачет)	40
	Итого:	34		-		34	4		100
Семестр 6									
Модуль 1									
1	Тема 8. Информационные устройства мехатронных и робототехнических систем	2							
2	Тема 8. Информационные устройства мехатронных и робототехнических систем	2	Пр. р. 1. Кинематический расчет привода робота	2	Лб. р. 8. Изучение принципа работы датчиков обнаружения объектов	2		ЗЛР	2
3	Тема 8. Информационные устройства мехатронных и робототехнических систем	2							
4	Тема 9. Уравновешивающие механизмы роботов	2	Пр. р. 2. Проектный расчет захватного устройства робота	2	Лб. р. 8. Изучение принципа работы датчиков обнаружения объектов	2		ЗЛР ЗЛР	5 2
5	Тема 9. Уравновешивающие механизмы роботов	2							
6	Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов	2	Пр. р. 3. Проектный расчет передачи винт-гайка скольжения	2	Лб. р. 9. Настройка работы станции загрузки на базе манипулятора FESTO	2	0,5	ЗЛР	2
7	Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов	2					0,5		
8	Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов	2	Пр. р. 4. Проектный расчет передачи винт-гайка качения	2	Лб. р. 9. Настройка работы станции загрузки на базе манипулятора FESTO	2	0,5	ЗЛР ЗЛР КО ПКУ	5 2 12 30
Модуль 2									
9	Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов	2					0,5		
10	Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов	2	Пр. р. 5. Проектный расчет шлицевых соединений	2	Лб. р. 10. Настройка работы станции транспортировки FESTO	2	0,5	ЗЛР	2
11	Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов	2					0,5		
12	Тема 11. Жесткость исполнительных устройств роботов	2	Пр. р. 6. Проектный расчет зубчатой передачи	2	Лб. р. 10. Настройка работы станции транспортировки FESTO	2	0,5	ЗЛР ЗЛР	5 2
13	Тема 11. Жесткость исполнительных устройств роботов	2					0,5		
14	Тема 11. Жесткость	2	Пр. р. 7. Проектный	2	Лб. р. 11. Изучение ос-	2	0,5	ЗЛР	2

	исполнительных устройств роботов		расчет планетарной передачи		нов программирования манипулятора Kawasaki FS003N.				
15	Тема 11. Жесткость исполнительных устройств роботов	2					0,5		
16	Тема 11. Жесткость исполнительных устройств роботов	2	Пр. р. 8. Проектный расчет направляющих	2	Лб. р. 11. Изучение основ программирования манипулятора Kawasaki FS003N	2	0,5	ЗЛР ЗПР	5 2
17	Тема 11. Жесткость исполнительных устройств роботов	2					0,5	КО ПКУ	15 30
1-17	Выполнение курсовой работы						36		
18-21	Подготовка к экзамену						36	ПА (экзамен)	40
	Итого:	34		16		16	78		100

Принятые обозначения:

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ЗПР – защита практической работы;

КО – контрольный опрос;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА – промежуточная аттестация.

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

Зачет:

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51 – 100	0 – 50

Экзамен:

- по пятибалльной системе:

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

2.3 Требования к курсовой работе

Целью курсовой работы является закрепление знаний, полученных в ходе изучения дисциплины и навыков пользования нормативными документами и техническими нормативами. Исходным документом для выполнения курсовой работы является задание, выданное преподавателем, содержащее кинематическую схему робота или манипулятора и все необходимые данные для расчета по вариантам.

Темой курсовой работы является: «Конструирование механизма робота».

Объем и содержание курсовой работы определяется методическими рекомендациями кафедры к выполнению курсовой работы.

Курсовая работа включает пояснительную записку объемом 35 – 50 страниц и графическую часть объемом 4 листа формата А1 или А2.

Перечень этапов выполнения курсовой работы и количества баллов за каждый из них представлен в таблице.

№	Этап выполнения	Минимум	Максимум
1	Обзор и анализ состояния вопроса по индивидуальному заданию руководителя	6	8
2	Кинематический расчет робота	8	12

3	Силовой расчет элементов конструкции робота	8	15
4	Проектирование, разработка эскизов и рабочих чертежей	8	15
5	Оформление расчётно-пояснительной записки	6	10
	Итого за выполнение курсовой работы	36	60
	Защита курсовой работы	15	40

Итоговая оценка курсового проекта (работы) представляет собой сумму баллов за его выполнение и защиту и выставляется в соответствии со шкалой:

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	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	
1	Традиционные			1 – 11	50
2	Мультимедиа	Темы 1 – 11			68
3	С использованием ЭВМ		1 – 8		16
	ИТОГО:	68	16	50	134

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

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

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Тестовые задания для проведения контрольного опроса: – модуль 1 (7 семестр) – модуль 2 (7 семестр) – модуль 1 (8 семестр) – модуль 2 (8 семестр)	1 1 1 1
1	Перечень контрольных вопросов к лабораторным работам	1
2	Перечень контрольных вопросов к практическим работам	1
3	Перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы	1
4	Вопросы к зачету	1
5	Вопросы к экзамену	1

5 Методика и критерии оценки компетенций студентов

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>ОПК-2 владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем</i>			
1	Пороговый уровень	Знает и понимает основные физические явления, протекающие в мехатронных и робототехнических системах.	Владеет основными физико-математическими терминами, константами, описывающими мехатронные и робототехнические системы.
2	Продвинутый уровень	Применяет физико-математические методы для решения задач в области мехатронных и робототехнических	Может с помощью физико-математического аппарата производить расчет параметров мехатронных

		систем	и робототехнических систем.
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания для анализа состояния и оценки эффективности мехатронных и робототехнических систем.	Способен самостоятельно составлять и решать уравнения баланса мощности и КПД мехатронных и робототехнических систем.
<i>ОПК-3 владение современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности</i>			
1	Пороговый уровень	Знает и понимает базовые понятия и определения информационно-измерительной техники, базовые понятия метрологии и теории информации; примеры современных информационных систем.	Представление о современных информационных технологиях мехатронных и робототехнических систем
2	Продвинутый уровень	Владеет навыками построения информационных систем; имеет представление о принципах построения и функционирования электронной части системы.	Навыки построения информационных систем сбора и обработки данных
3	Высокий уровень	Способен использовать современные достижения в области преобразования механических величин в электрические величины; современные подходы к интеграции информационных устройств в единую мехатронную систему.	Разработка программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем с применением современных достижений в области информационных технологий
<i>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</i>			
1	Пороговый уровень	Знает и понимает основные методы решения инженерных задач при разработке отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.	Знает основные понятия, определения и современные методы решения инженерных задач при проектировании мехатронных и робототехнических систем
2	Продвинутый уровень	Применяет вычислительную технику, стандартные исполнительные и управляющие устройства, техническое задание для выполнения расчетов отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.	Может с помощью вычислительной техники в соответствии с техническим заданием производить расчеты отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания, используя средства автоматики, измерительной и вычислительной техники на основании технического задания выполнять расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.	Способен самостоятельно выбирать средства автоматики, измерительную, вычислительную технику и программное обеспечение, в соответствии с техническим заданием выполнять расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.
<i>ПК-12 способность разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями</i>			
1	Пороговый уровень	Знает и понимает основные методы разработки конструкторской и проектной документации узлов мехатронных и робототехнических систем	Знает состав рабочей программной и проектной документации и необходимые средства САПР для их разработки
2	Продвинутый уровень	Владеет навыками разработки конструкторской и проектной документации узлов мехатронных и робототехнических систем	Может с помощью с помощью методических рекомендаций и средств САПР разрабатывать конструкторскую и проектную документацию узлов мехатрон-

			ных и робототехнических систем
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания, средства САПР в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями выполнять расчетно-графические работы	Способен самостоятельно в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями выполнять расчетно-графические работы по проектированию узлов мехатронных и робототехнических систем
<i>ПК-13 готовность участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний</i>			
1	Пороговый уровень	Знает и понимает основные методы разработки конструкторской и проектной документации узлов мехатронных и робототехнических систем	Знает состав рабочей программной документации по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы
2	Продвинутый уровень	Владеет навыками формирования плана измерений и испытаний составных частей мехатронной или робототехнической системы	Может с помощью с помощью методических рекомендаций разрабатывать рабочую программную документацию по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы, формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач мехатроники и робототехники.
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания для проведения предварительных испытаний составных частей мехатронной или робототехнической системы и вести соответствующие журналы испытаний	Способен самостоятельно проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и уметь вести соответствующие журналы испытаний.

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>ОПК-2 владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем</i>	
Владеет основными физико-математическими терминами, константами, описывающими мехатронные и робототехнические системы.	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.
Может с помощью физико-математического аппарата производить расчет параметров мехатронных и робототехнических систем.	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.
Способен самостоятельно составлять и решать уравнения баланса мощности и КПД мехатронных и робототехнических систем.	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.
<i>ОПК-3 владение современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности</i>	
Представление о современных информационных технологиях мехатронных и робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.

Навыки построения информационных систем сбора и обработки данных	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.
Разработка программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем с применением современных достижений в области информационных технологий	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.
<i>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</i>	
Знает основные понятия, определения и современные методы решения инженерных задач при проектировании мехатронных и робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.
Может с помощью вычислительной техники в соответствии с техническим заданием производить расчеты отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.
Способен самостоятельно выбирать средства автоматики, измерительную, вычислительную технику и программное обеспечение, в соответствии с техническим заданием выполнять расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.
<i>ПК-12 способность разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями</i>	
Знает состав рабочей программной и проектной документации и необходимые средства САПР для их разработки	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.
Может с помощью с помощью методических рекомендаций и средств САПР разрабатывать конструкторскую и проектную документацию узлов мехатронных и робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.
Способен самостоятельно в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями выполнять расчетно-графические работы по проектированию узлов мехатронных и робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.
<i>ПК-13 готовность участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний</i>	
Знает состав рабочей программной документации по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.
Может с помощью с помощью методических рекомендаций разрабатывать рабочую программную документацию по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы, формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач мехатроники и робото-	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.

техники.	
Способен самостоятельно проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и умением вести соответствующие журналы испытаний.	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса Перечень контрольных вопросов и заданий к лабораторным и практическим занятиям.

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Баллы	Критерии
5	Систематизированные, глубокие и полные знания по тематике выполняемой лабораторной работы, а также по основным вопросам, выходящим за ее рамки. Точное использование научной терминологии. Умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы, и давать им критическую оценку.
4	Достаточно полные и систематизированные знания по тематике выполняемой лабораторной работы, использование научной терминологии. Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы, и давать им критическую оценку.
3	Достаточный объем знаний по тематике выполняемой лабораторной работы, минимально соответствующий требованиям образовательного стандарта, использование научной терминологии. Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы.
2	Недостаточно полный объем знаний по тематике выполняемой лабораторной работы, не соответствующий минимальным требованиям, установленным образовательным стандартом. Неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы.

5.4 Критерии оценки практических работ

Баллы	Критерии
2	Систематизированные, глубокие и полные знания по тематике выполняемой лабораторной работы, а также по основным вопросам, выходящим за ее рамки. Точное использование научной терминологии. Умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы, и давать им критическую оценку.
1	Достаточный объем знаний по тематике выполняемой лабораторной работы, минимально соответствующий требованиям образовательного стандарта, использование научной терминологии. Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы.
0	Недостаточно полный объем знаний по тематике выполняемой лабораторной работы, не соответствующий минимальным требованиям, установленным образовательным стандартом. Неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы.

5.5 Критерии оценки курсовой работы

Оценка за курсовую работу выставляется путем суммирования баллов за ее выполнение и защиту. Максимальное количество баллов за выполнение работы -60, минимальное – 40. На защите - 40 баллов максимально и 15 минимально.

Количество баллов	Критерии оценки за выполнение курсовой работы
60	Работа выполнена согласно графику, в полном объеме согласно методическим рекомендациям, аккуратно. Пояснительная записка содержит все необходимые пояснения к расчетам, ссылки на используемую справочную и нормативную документацию, выводы. Графическая часть выполнена согласно требованиям ЕСКД.
40	Работа выполнена с нарушением графика, в полном объеме, небрежно. Пояснительная записка содержит полностью или частично пояснения к расчетам, ссылки на используемую справочную и нормативную документацию отсутствуют, выводы не полные. Графическая часть выполнена с нарушениями требованиям ЕСКД.

Количество баллов	Критерии оценки при защите курсовой работы
40	Ответы на вопросы полные, правильно используется терминология. При ответе используются знания нормативно технической документации
15	Ответы на вопросы поверхностные, стандарты и НТД не используется, поверхностное владение терминологией.

5.6 Критерии оценки зачета

Оценка	Баллы	Критерии
Зачтено	35-40	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы. Точное использование научной терминологии. Умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку. Знание современных тенденций в проектировании систем управления гидропневмоприводами, умение делать выводы и прогнозировать перспективы развития.
	26-34	Достаточно полные и систематизированные знания по всем разделам учебной программы, использование научной терминологии. Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку. Знание современных тенденций в проектировании систем управления гидропневмоприводами, умение делать выводы и прогнозировать перспективы развития.
	15-25	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта, использование научной терминологии. Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку. Умение ориентироваться в современных тенденциях и процессах проектирования и управления гидропневмоприводами.
не зачтено	0-14	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта. Неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине. Неумение ориентироваться в современных тенденциях и процессах проектирования и управления гидропневмоприводами.

5.7 Критерии оценки экзамена

Оценка	Баллы	Критерии
5 («отлично»)	35-40	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы. Точное использование научной терминологии. Умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку. Знание современных тенденций в проектировании систем управления гидропневмоприводами, умение делать выводы и прогнозировать перспективы развития.
4	26-34	Достаточно полные и систематизированные знания по всем разделам учебной программы, использование научной терминологии.

(«хорошо»)		логии. Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку. Знание современных тенденций в проектировании систем управления гидропневмоприводами, умение делать выводы и прогнозировать перспективы развития.
3 («удовлетворительно»)	15-25	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта, использование научной терминологии. Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку. Умение ориентироваться в современных тенденциях и процессах проектирования и управления гидропневмоприводами.
2 («неудовлетворительно»)	0-14	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта. Неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине. Неумение ориентироваться в современных тенденциях и процессах проектирования и управления гидропневмоприводами.

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 следующие виды самостоятельной работы студентов:

- выполнение тестовых заданий;
- изучение нормативных документов;
- исследовательская работа, в том числе научно-исследовательская;
- обзор литературы;
- ответы на контрольные вопросы;
- перевод с иностранных языков;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- работа со справочной литературой и словарями;
- участие в научных и практических конференциях;
- чтение текста (первоисточника, учебника, дополнительной литературы);

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.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических, творческих заданий;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление письменных работ в соответствии с предъявляемыми в университете требованиями;
- сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Кол-во экз-в
1	Остяков, Ю. А. Проектирование механизмов и машин: эффективность, надежность и техногенная безопасность: учебное пособие / Ю. А. Остяков, И. В Шевченко – М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 260 с. (электронный ресурс), режим доступа – http://znanium.com/bookread2.php?book=513552	–	znanium.com
2	Егоров О. Д. Конструирование механизмов роботов : учебник / О. Д. Егоров. - М. : Абрис : Высш. шк., 2012. - 444с. : ил.	–	10

7.2 Дополнительная литература:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Кол-во экз-в
1	Борисенко, Л. А. Малогабаритные передаточные механизмы для мехатронных устройств : монография / Л. А. Борисенко. - Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2013. - 187с. : ил.	–	5
2	Иванов А. А. Основы робототехники : учеб. пособие / А. А. Иванов. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2016. - 224с.	–	8

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

- <http://matlab.exponenta.ru/ml/book2/index.php> – справочник по MATLAB;
- <http://window.edu.ru/resource/199/56199/files/nkfi19.pdf> – Терехин В.В. Моделирование в системе MATLAB: Учебное пособие / Кемеровский государственный университет . – Новокузнецк: Кузбассвузиздат, 2004. – 376 с.;
- <https://www.youtube.com/user/MATLABinRussia> – официальный YouTube канал на русском языке по MATLAB;
- <http://matlab.exponenta.ru/simulink/default.php> – раздел посвященный среде Simulink;
- <http://ascon.ru> – официальный сайт компании АСКОН, разработчика САД КОМПАС 3D;
- <http://www.autodesk.ru> – официальный сайт компании Autodesk разработчика САД AutoCAD;

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

Шеменков В.М., Капитонов А.В. Методические рекомендации к лабораторным занятиям по дисциплине «Конструирование механизмов роботов» для студентов специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (электронный вариант).

7.4.2 Информационные технологии

Темы лекционных занятий, обеспеченные мультимедийными презентациями:

Тема 1. Введение;

- Тема 2. Структура роботов и манипуляторов;
- Тема 3. Основные характеристики роботов и манипуляторов;
- Тема 4. Кинематика и динамика роботов и манипуляторов;
- Тема 5. Приводы роботов и манипуляторов;
- Тема 6. Преобразователи движения и направляющие роботов;
- Тема 7. Рабочие органы роботов и манипуляторов;
- Тема 8. Информационные устройства мехатронных и робототехнических систем;
- Тема 9. Уравновешивающие механизмы роботов;
- Тема 10. Прочность исполнительных устройств роботов;
- Тема 11. Жесткость исполнительных устройств роботов;

7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

- При проведении лабораторных работ, используется программное обеспечение: – САПР технологических процессов СПРУТ;
- САП УЧПУ SprutCAM;
 - САПР технологических процессов ТехноПро;
 - Интегрированная система программирования Visual Basic for Application;
 - Электронные таблицы LibreOffice Calc;
 - Система управления базами данных LibreOffice Base;
 - CAD-система Компас-3D.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

- Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспортах:
- лаборатории «Автоматизация производственных процессов в машиностроении», рег. номер ПУЛ-4.441-117/1-16;
 - лаборатории «САПР», рег. номер ПУЛ-4.441-449/1-16.