

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор Белорусско-Российского  
университета

  
Ю.В. Машин

22.12.2023

Регистрационный № УД- 150306/Б.1.В.11 /р

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ РОБОТОВ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

### 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	4
Семестр	7,8
Лекции, часы	40
Практические занятия, часы	22
Лабораторные работы, часы	30
Курсовой проект, семестр	8
Экзамен, семестр	7,8
Контактная работа по учебным занятиям, часы	92
Самостоятельная работа, часы	160
Всего часов / зачетных единиц	252/7

Кафедра-разработчик программы: Технология машиностроения

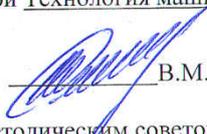
Составитель: М.М. Кожевников, к.т.н., доцент

Могилев, 2023

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

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой Технология машиностроения «14» декабря 2023 г., протокол № 6

Зав. кафедрой

 В.М. Шеменков

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета

20.12.2023, протокол № 3.

Зам. председателя  
Научно-методического совета

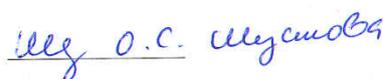
 С.А. Сухоцкий

Рецензент:

Ульянов Николай Иванович, декан механического факультета учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», к.т.н., доцент

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического  
отдела

 О.Е. Печковская

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## 1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование знаний о проектировании робототехнических систем, навыков конструкторских решений в проектировании робототехнических систем, а также обучение методам расчета конструкции и параметров робота и его составных частей.

## 1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

Задачами учебной дисциплины является приобретение студентами умений расчета конструкции робототехнической системы, выборе ее составных элементов; знаний о робототехнических и мехатронных устройствах различного конструктивного исполнения.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

### **знать:**

- современные системы инженерных расчетов, машино- и приборостроительные системы автоматизированного проектирования, применяемые при конструировании робототехнических систем;
- ЕСКД, ЕСТД и ГОСТы применяемые в процессе проектирования робототехнических систем;

### **уметь:**

- выполнять обоснованный выбор общей компоновки проектируемого изделия и его составных частей; выполнять конструкторские расчеты параметров изделия, обеспечивающих заданные свойства; создавать конструкторскую документацию;
- разрабатывать конструкторскую и техническую документацию на блоки и узлы робототехнической системы;

### **владеть:**

- навыками твердотельного моделирования и разработки машиностроительных чертежей;
- особенностями применения государственных и отраслевых стандартов в процессе проектирования робототехнической системы.

## 1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (часть Блока 1, формируемая участниками образовательных отношений).

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

- Математика;
- Физика;
- Теоретическая механика;
- Теория автоматического управления;
- Метрология, стандартизация и сертификация;
- Основы мехатроники и робототехники.

Кроме того, знания, полученные при изучении дисциплины на лабораторных и практических занятиях, будут применимы при прохождении преддипломной 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
ПК-1	Способен собирать исходные данные, разрабатывать техническую документацию, сопровождения изготовления и эксплуатации средств и систем автоматизации и механизации
ПК-3	Способен проектировать и конструировать изделия детской и образовательной робототехники
ПК-6	Способен осуществлять организационное, материальное и документационное обеспечение технического обслуживания, планового и непланового ремонта ГПС в машиностроении

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путем 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.	Цели и задачи курса. Место робототехнических устройств в современном обществе. Виды роботов и робототехнических систем.	ПК-1; ПК-3
2	Конструкции роботов и РТС.	Структуры роботов и РТС. Требования, предъявляемые к РТС. Назначение РТС в промышленности и их конструкции. Элементы роботов и РТС.	ПК-1; ПК-3; ПК-6
3	Проектирование механической системы.	Этапы проектирования механической системы. Содержание ТЗ на механическую систему. Особенности механических систем в робототехнике.	ПК-1; ПК-3; ПК-6
4	Конструкция и расчет схватов манипулятора.	Виды схватов манипуляторов. Кинематические схемы схватов манипуляторов. Определение степеней подвижности схвата манипулятора.	ПК-1; ПК-3; ПК-6
5	Механизмы вращения в робототехнических устройствах.	Виды механизмов вращения в РТС и их назначение. Кинематическая схема механизма вращения. Расчет параметров механизма вращения.	ПК-1; ПК-3
6	Механизмы поступательного движения в робототехнических устройствах.	Виды механизмов поступательного движения в РТС и их назначение. Кинематическая схема механизма поступательного движения. Расчет параметров механизма поступательного движения. Оформление технической документации на механизм поступательного движения.	ПК-3; ПК-6

7	Проектирование конструктивных модулей.	Определение конструктивного модуля, его назначение. Соединение схват и механизм движения. Кинематический расчет конструктивного модуля (определение параметров). Документация конструктивного модуля.	ПК-1; ПК-3; ПК-6
8	Кинематические модели роботов-манипуляторов и анализ точности портальных роботов.	Кинематическая модель в проектировании роботов. Методы решения прямой задачи кинематики. Примеры решений прямой задачи кинематики роботов PUMA, SCARA. Определение точности движения РТС. Адекватность математической модели движения робота. Средне-квадратичная ошибка движения РТС.	ПК-3
9	Динамические модели роботов с электроприводом и пневмоприводом.	Математическая модель электропривода. Выбор электропривода. Взаимосвязь моделей движения электропривода и РТС. Компоновка электропривода в конструкции робота. Исследование электропривода на устойчивость. Математическая модель пневмоцилиндра. Взаимосвязь моделей движения пневмоцилиндра и РТС. Компоновка пневмоцилиндра в конструкции робота. Исследование пневмоцилиндра на устойчивость.	ПК-1; ПК-3
10	Проектирование роботов с рекуператорами энергии.	Определение рекуперации энергии. Виды рекуператоров энергии. Циклические рекуператоры энергии. Расчет параметров циклического рекуператора энергии. Компоновка рекуператора энергии в конструкции РТС.	ПК-1; ПК-3
11	Конструкции и виды устройств экстренной робототехники.	Определение экстренной робототехники. Виды роботов в экстренной робототехнике. Требования, предъявляемые к РТС в экстренной робототехнике. Структурные схемы роботов.	ПК-3
12	Проектирование систем управления роботами.	Проектирование систем адаптивного управления роботами-манипуляторами. Системы адаптивного управления роботами-манипуляторами по возмущению. Системы адаптивного управления роботами-манипуляторами с эталонной моделью.	ПК-1; ПК-3; ПК-6

## 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)
Модуль 1									
1	Тема 1. Введение.	2			Л. р. 1 Проектирование механической системы роботов.	2	2	ЗЛР КР	3 2
2	Тема 2. Конструкции роботов и РТС.	2			Л. р. 2 Проектирование конструкции и расчет схватов манипулятора.	2	4		
3	Тема 2. Конструкции роботов и РТС.	2			Л. р. 2 Проектирование конструкции и расчет схватов манипулятора.	2	2	ЗЛР КР	3 2
4	Тема 3. Проектирование механической системы.	2			Л. р. 3 Проектирование механизмов вращения в робототехнических устройствах.	2	4		
5	Тема 3. Проектирование механической системы.	2			Л. р. 3 Проектирование механизмов вращения в робототехнических устройствах.	2	2	ЗЛР КР	3 2
6	Тема 4. Конструкция и расчет схватов манипулятора.	2			Л. р. 4 Проектирование механизмов поступательного движения в робототехнических устройствах.	2	4		
7	Тема 4. Конструкция и расчет схватов манипулятора.	2			Л. р. 4 Проектирование механизмов поступательного движения в робототехнических устройствах.	2	2	ЗЛР КР	3 2
8	Тема 4. Конструкция и расчет схватов манипулятора.	2			Л. р. 5 Проектирование конструктивных модулей.	2	2	КР ПКУ	10 30
Модуль 2									
9	Тема 4. Конструкция и расчет схватов манипулятора.	2			Л. р. 5 Проектирование конструктивных модулей.	2	4	ЗЛР	4
10	Тема 5. Механизмы вращения в робототехнических устройствах.	2			Л. р. 6 Проектирование динамических моделей манипуляторов.	2	4		
11	Тема 5. Механизмы вращения в робототехнических устройствах.	2			Л. р. 6 Проектирование динамических моделей манипуляторов.	2	2	ЗЛР	3
12	Тема 6. Механизмы поступательного движения в робототехнических устройствах.	2			Л. р. 7 Проектирование роботов с рекуператорами энергии.	2	4		
13	Тема 6. Механизмы поступательного движения в робототехнических устройствах.	2			Л. р. 7 Проектирование роботов с рекуператорами энергии.	2	4	ЗЛР	3
14	Тема 7. Проектирование конструктивных модулей.	2			Л. р. 8 Проектирование систем управления роботами	2	2		

15	Тема 7. Проектирование конструктивных модулей.	2			Л. р. 8 Проектирование систем управления роботами	2	6	Т КР ПКУ	10 10 30
16-18							36	ПА (экзамен)	40
	Итого	30				30	84		100
8 семестр									
Модуль 1									
1	Тема 8. Кинематические модели роботов-манипуляторов и анализ точности порталных роботов	2	Пр. р. 1 Обзор по теме курсового проектирования, исследование актуальных вопросов в области робототехники, постановка задач, обоснование принятого решения.	2			0,5	КР	4
2			Пр. р. 1 Обзор по теме курсового проектирования, исследование актуальных вопросов в области робототехники, постановка задач, обоснование принятого решения.	2					
3	Тема 9. Динамические модели роботов с электроприводом и пневмоприводом	2	Пр. р. 1 Обзор по теме курсового проектирования, исследование актуальных вопросов в области робототехники, постановка задач, обоснование принятого решения.	2			0,5	КР	3
4			Пр. р. 1 Обзор по теме курсового проектирования, исследование актуальных вопросов в области робототехники, постановка задач, обоснование принятого решения.	2					
5	Тема 10.. Проектирование роботов с рекуператорами энергии.	2	Пр. р. 2 Расчет и оптимизация параметров роботизированного комплекса по теме курсового проекта, определение основных параметров, разработка рекомендаций и предложений.	2			0,5	КР	3
6			Пр. р. 2 Расчет и оптимизация параметров роботизированного комплекса по теме курсового проекта, определение основных параметров, разработка рекомендаций и предложений.	2			0,5	Т КР ПКУ	10 10 30

Модуль 2									
7	Тема 11. Конструкции и виды устройств экстренной робототехники.	2	Пр. р. 2 Расчет и оптимизация параметров роботизированного комплекса по теме курсового проекта, определение основных параметров, разработка рекомендаций и предложений.	2			0,5	КР	3
8			Пр. р. 2 Расчет и оптимизация параметров роботизированного комплекса по теме курсового проекта, определение основных параметров, разработка рекомендаций и предложений.	2			0,5	КР	3
9	Тема 12. Проектирование систем управления роботами	2	Пр. р. 3 Выполнение основных расчетов, разработка эскизов, схем, выполнение чертежей, оформление курсового проекта.	2			0,5	КР	4
10			Пр. р. 3 Выполнение основных расчетов, разработка эскизов, схем, выполнение чертежей, оформление курсового проекта.	2					
11			Пр. р. 3 Выполнение основных расчетов, разработка эскизов, схем, выполнение чертежей, оформление курсового проекта.	2			0,5	КР Т ПКУ	10 10 30
1-11	Выполнение курсового проекта.						36		
12-14							36	ПА (экзамен)	40
	Итого	10		22			76		100
	Итого	40		22		30	160		

Принятые обозначения:

ЗЛР – защита лабораторной работы;

КР – контрольная работа;

Т – тесты.

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

### 2.3 Требования к курсовому проекту

Целью курсового проектирования является разработка роботизированного технологического комплекса в соответствии с заданием.

Содержание курсового проекта включает:

1) теоретическая часть - обзор по теме проектирования, исследование актуальных вопросов в области робототехники, постановка задач, обоснование принятого решения;

2) практическая часть - расчет и оптимизация параметров роботизированного комплекса по теме курсового проекта, определение основных параметров, разработка рекомендаций и предложений;

3) проектная часть - выполнение основных расчетов, разработка эскизов, схем, выполнение чертежей, оформление курсового проекта.

Курсовой проект включает пояснительную записку объемом 40-50 листов формата А4 и графическую часть - четыре листа формата А1.

Перечень этапов выполнения курсового проекта и количества баллов за каждый из них представлен в таблице.

Этап выполнения	Минимум	Максимум
Теоретические исследования проблемы, постановка задачи	9	15
Практические исследования	9	15
Разработка рекомендаций и предложений	9	15
Проектирование, разработка эскизов, чертежей	6	10
Оформление пояснительной записки	3	5
<b>Итого за выполнение курсового проекта</b>	<b>36</b>	<b>60</b>
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>15</b>	<b>40</b>

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. 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		Пр. р. 1-3		22
2	Мультимедиа	Тема 1-12			40
3	Расчетные			Л. р. 1-8	30
	<b>ИТОГО</b>	40	22	30	92

### 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.	2
2	Экзаменационные билеты.	2
3	Перечень заданий для контрольных работ.	2
4	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ.	7
5	Перечень тем курсовых проектов.	2
6	Тесты	3

## 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ

### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня*	Результаты обучения**
ПК-1 Способен собирать исходные данные, разрабатывать техническую документацию, сопровождения изготовления и эксплуатации средств и систем автоматизации и механизации.			
ИПК-1.3 Знает конструктивные особенности и назначение средств автоматизации и механизации, правила их эксплуатации.			
1	Пороговый уровень	Знание основ работы средств автоматизации и механизации.	Выполнение моделирования средств автоматизации и механизации в CAD модуле программного комплекса SW.
2	Продвинутый уровень	Анализ алгоритмов работы средств систем механизации и автоматизации производств применительно к статическим и динамическим режимам.	Владение настройками и смены решателей в программном комплексе SW при выполнении моделирования роботов.
3	Высокий уровень	Оценка конструктивных особенностей средств механизации и автоматизации применительно к статическим и динамическим режимам.	Выполнение исследования напряженно-деформированного состояния конструкции роботов при статическом и динамическом нагружении.
ИПК-1.4 Знает порядок разработки и оформления технической документации.			
1	Пороговый уровень	Знание порядка разработки и оформления технической документации.	Выполнение отчета по лабораторной работе в текстовом редакторе.
2	Продвинутый уровень	Анализ настройки доступа к информации в локальной вычислительной сети и персональном компьютере.	Уверенное владение шаблонами текстового редактора при создании отчетов по лабораторным работам.
3	Высокий уровень	Оценка основ политик безопасности в локальной вычислительной сети.	Формирование отчета по лабораторной работе встроенными средствами программного комплекса SW и импорт его в текстовый редактор.

ПК-3 Способен проектировать и конструировать изделия детской и образовательной робототехники.			
ИПК-3.3 Способен применять методики кинематических и прочностных расчетов систем.			
1	Пороговый уровень	Знание и понимание принципов расчета электрических цепей аналоговых и цифровых электронных узлов робототехнических систем.	Выполнение моделей роботов и проведение экспериментальных исследований. Выполнение моделирования роботов в CAD модуле программного комплекса SW.
2	Продвинутый уровень	Анализ методик кинематических и прочностных расчетов систем, а также анализ обрабатываемости и собираемости изделий и узлов робототехнических систем с использованием искусственного интеллекта.	Выполнение моделей мехатронных систем и проведение экспериментальных исследований. Владение настройками смены решателей в программном комплексе SW при выполнении моделирования роботов.
3	Высокий уровень	Синтез монтажных и принципиальных схем; создание трехмерных моделей, деталей, узлов детской, образовательной и промышленной робототехники, а также разработка макетов информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных микропроцессорных модулей мехатронных робототехнических систем.	Выполнение технических заданий, чертежей и отчетов проектных документов механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем. Проведение экспериментальных исследований основных характеристик мехатронных и робототехнических систем.
ПК-6 Способен осуществлять организационное, материальное и документационное обеспечение технического обслуживания, планового и внепланового ремонта ГПС в машиностроении.			
ИПК-6.1 Способен разрабатывать документацию по техническому обслуживанию и ремонту промышленных роботов, робототехнических комплексов и гибких производственных систем.			
1	Пороговый уровень	Знание методик разработки документации по техническому обслуживанию и ремонту промышленных роботов, робототехнических комплексов и гибких производственных систем.	Выполнение технико-экономического обоснования отдельных модулей мехатронных систем. Разработка инструкций по эксплуатации роботизированного оборудования.

2	Продвинутый уровень	Применение специализированных программных продуктов для оформления эксплуатационной документации.	Выполнение технико-экономического обоснования подсистем мехатронных и робототехнических устройств. Разработка инструкций по эксплуатации роботизированного оборудования и программного обеспечения.
3	Высокий уровень	Оценка норм точности и обработка результатов измерения; оценка качества продукции в условиях производства с использованием робототехнических комплексов и гибких производственных систем.	Выполнение технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем. Разработка инструкций по эксплуатации роботизированного оборудования и программного обеспечения для мехатронных устройств различной сложности.

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства*
ПК-1 Способен собирать исходные данные, разрабатывать техническую документацию, сопровождения изготовления и эксплуатации средств и систем автоматизации и механизации.	
Выполнение расчетов модулей мехатронных устройств.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень заданий для контрольных работ. Перечень тем курсовых проектов.
Выполнение расчетов и проектов мехатронных устройств с использованием автоматизированных средств проектирования.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень заданий для контрольных работ. Перечень тем курсовых проектов.
Выполнение расчетов и проектов мехатронных устройств с использованием современных компьютерных программ твердотельного моделирования.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень заданий для контрольных работ. Перечень тем курсовых проектов.
Выполнение моделирования средств автоматизации и механизации в CAD модуле программного комплекса SW.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень заданий для контрольных работ. Перечень тем курсовых проектов.
Владение настройками смены решателей в программном комплексе SW при выполнении моделирования роботов.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень заданий для контрольных работ. Перечень тем курсовых проектов.

Выполнение исследования напряженно-деформированного состояния конструкции роботов при статическом и динамическом нагружении.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень заданий для контрольных работ. Перечень тем курсовых проектов.
Выполнение отчета по лабораторной работе в текстовом редакторе.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень тем курсовых проектов.
Уверенное владение шаблонами текстового редактора при создании отчетов по лабораторным работам.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень тем курсовых проектов.
Формирование отчета по лабораторной работе встроенными средствами программного комплекса SW и импорт его в текстовый редактор.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень тем курсовых проектов.
ПК-3 Способен проектировать и конструировать изделия детской и образовательной робототехники.	
Выполнение моделей роботов и проведение экспериментальных исследований. Выполнение моделирования роботов в CAD модуле программного комплекса SW.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень тем курсовых проектов.
Выполнение моделей мехатронных систем и проведение экспериментальных исследований. Владение настройками смены решателей в программном комплексе SW при выполнении моделирования роботов.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень тем курсовых проектов.
Выполнение технических заданий, чертежей и отчетов проектных документов механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем. Проведение экспериментальных исследований основных характеристик мехатронных и робототехнических систем.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень заданий для контрольных работ. Перечень тем курсовых проектов.
ПК-6 Способен осуществлять организационное, материальное и документационное обеспечение технического обслуживания, планового и непланового ремонта ГПС в машиностроении.	
Выполнение технико-экономического обоснования отдельных модулей мехатронных систем. Разработка инструкций по эксплуатации роботизированного оборудования.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень тем курсовых проектов.
Выполнение технико-экономического обоснования подсистем мехатронных и робототехнических устройств. Разработка инструкций по эксплуатации роботизированного оборудования и программного обеспечения.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень тем курсовых проектов.
Выполнение технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем. Разработка инструкций по эксплуатации роботизированного оборудования и программного обеспечения для мехатронных устройств различной сложности.	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ. Перечень тем курсовых проектов.

### 5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Критерии оценки защиты лабораторных работ

Баллы	Показатели	Критерии
4	1. Полнота выполнения лабораторного задания;	Задание выполнено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логических рассуждениях, в выборе формул и решении нет ошибок, задание решено рациональным способом. Используются и соблюдаются стандарты и другая нормативно-технической документации (НТД)
3	2. Своевременность выполнения задания; 3. Последовательность и рациональность выполнения задания; 4. Самостоятельность решения	

### Критерии оценки контрольных работ

Баллы	Показатели	Критерии
10	1. Полнота выполнения задания; 2. Своевременность выполнения задания; 3. Последовательность и рациональность выполнения задания;	Задание решено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логических рассуждениях, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание решено рациональным способом. Используются и соблюдаются стандарты и другая нормативно-технической документации (НТД)
2	4. Самостоятельность решения	

### 5.4 Критерии оценки практических работ

#### Критерии оценки контрольных работ

Баллы	Показатели	Критерии
10	1. Полнота выполнения задания; 2. Своевременность выполнения задания;	Задание решено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логических рассуждениях, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание решено рациональным способом. Используются и соблюдаются стандарты и другая нормативно-технической документации (НТД)
4	3. Последовательность и рациональность выполнения задания; 4. Самостоятельность решения	
3		Задание решено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задание решено не полностью или в общем виде.

**Тестирование** проводится без автоматизированной программы с бумажными носителями. Каждый вариант тестовых заданий включает 10 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 1 балл. Соответственно 5 баллов за 5 правильно отвеченных вопросов, 10 баллов за 10 правильно отвеченных вопросов.

### 5.5 Критерии оценки курсового проекта

Баллы	Показатели	Критерии при защите курсового проекта
40	1. Полнота изложения теоретического материала;	Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину. При ответе используются знания нормативно технической документации
30	2. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);	
20	2. Самостоятельность ответа;	
15	3. Культура речи	
0-10		
		Даны ответы, которые содержат ряд неточностей, логическая последовательность присутствует, продемонстрированы знания предмета в неполном объеме учебной программы, частичные знания основных вопросов теории. При ответе используются знания нормативно технической документации
		Даны ответы, которые содержат ряд неточностей, обнаруживающие частичное знание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, частичным знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, слабым владением монологической речью, но с присутствием логичности и последовательности.
		Даны ответы, которые содержат ряд серьезных неточностей, обнаруживающие незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности.

### 5.6 Критерии оценки экзамена

Экзамен проводится устно по билету, который содержит два вопроса. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса по курсу. Один теоретический вопрос касается общих сведений по курсу (понятия, классификации и т.д) и оценивается до 15 баллов в зависимости от полноты ответа. Второй вопрос касается применяемых методов, команд и операторов с необходимыми пояснениями и оценивается до 25 баллов в зависимости от полноты ответа. Основанием для простановки неполного балла являются ошибки в терминологии, расчетных схемах и расчетных зависимостях. Экзамен считается сдан, если сумма баллов, набранная студентом при сдаче экзамена составит не менее 15 баллов.

Баллы	Показатели	Критерии
40	1. Полнота изложения теоретического материала;	Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно решил предложенное практическое задание без ошибок с использованием стандартов и другой нормативно-технической документации (НТД)
30	2. Полнота и правильность решения практического задания;	
	3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, однако были допущены неточности в определении понятий, терминов и др., самостоятельно решил предложенное практическое задание без ошибок с использованием стандартов и другой нормативно-технической документации (НТД)

20	действий); 4.Самостоятельность ответа;	Дан неполный ответ на поставленный вопрос, в ответе не присутствуют доказательные примеры; практическое задание решено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задание решено не полностью или в общем виде.
10		Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей или неполный, допущены существенные ошибки в теоретическом материале (терминах, понятиях). Задание решено в общем виде, конечный результат не достигнут, стандарты и другая НТД используется недостаточно.
0-6		Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, отсутствие логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практического задания не выполнено, т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

## **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.

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

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

К видам самостоятельной работы студентов относятся:

- выполнение тестовых заданий;
- исследовательская работа, в том числе научно-исследовательская;
- конспектирование;
- обзор литературы;
- ответы на контрольные вопросы;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- подготовка к экзамену;
- подготовка рефератов, докладов;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- работа со справочной литературой и словарями;
- решение задач и упражнений по образцу;
- участие в научных и практических конференциях.

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.

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	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров/ URL
1	<b>Семеновых, В. И.</b> Проектирование автоматизированных систем: учебное пособие / В. И. Семеновых. – М.: Инфра-Инженерия, 2022. – 116 с.	Утв. УМС СЛИ в качестве учеб. пособ. для студ.	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1903144">https://znanium.com/catalog/product/1903144</a>
2	<b>Иванов, А. А.</b> Основы робототехники : учебное пособие / А. А. Иванов. 2-е изд., испр. – М.: ИНФРА-М, 2024. – 223 с	Доп. УМО по образованию в обл. автоматиз. машиностр. в качестве учеб. пособ. для студ. вузов	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1155006">https://znanium.com/catalog/product/1155006</a>

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	<b>Борисенко, Л. А.</b> Малогабаритные передаточные механизмы для мехатронных устройств : монография / Л. А. Борисенко. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2013. – 187 с.	-	5
2	<b>Егоров, О. Д.</b> Конструирование механизмов роботов: учебник / О. Д. Егоров. – М.: Абрис: Высш. шк., 2012. - 444с.	Доп. УМО вузов по образованию в обл. автоматиз. машиностр.	10

### 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

Адреса сайтов, на которых можно найти полезную для курса информацию:  
<http://mehatronus.ru/>; <http://www.abb.ru/>.

### 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. Кожевников М.М. Проектирование роботов и робототехнических систем. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» дневной формы обучения /М.М. Кожевников. – БРУ, 2023. – 48 с. (26 экз).

2. Кожевников М.М. Проектирование роботов и робототехнических систем. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» дневной формы обучения /М.М. Кожевников – БРУ, 2023. – 46 с. (26 экз.).

3 Кожевников М.М. Проектирование роботов и робототехнических систем. Методические рекомендации к курсовому проектированию для студентов направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» дневной формы обучения /М.М. Кожевников – БРУ, 2023. – 44 с (Электронный вариант).

#### **7.4.2 Информационные технологии**

Темы лекционных занятий, обеспеченные мультимедийными презентациями:

Тема 1. Введение.

Тема 2. Конструкции роботов и РТС.

Тема 3. Проектирование механической системы.

Тема 4. Конструкция и расчет схватов манипулятора.

Тема 5. Механизмы вращения в робототехнических устройствах.

Тема 6. Механизмы поступательного движения в робототехнических устройствах.

Тема 7. Проектирование конструктивных модулей.

Тема 8. Кинематические модели роботов-манипуляторов и анализ точности порталных роботов.

Тема 9. Динамические модели роботов с электроприводом и пневмоприводом.

Тема 10. Проектирование роботов с рекуператорами энергии.

Тема 11. Конструкции и виды устройств экстренной робототехники.

Тема 12. Проектирование систем управления роботами.

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

1. LibreOffice – свободно распространяемое ПО.
2. SolidWorks – лицензионное ПО.

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лабораторий «а. 449/1», рег. номер ПУЛ-4.441-449/1-23, «а. 706/7», рег. номер ПУЛ-4.441-706/7-23.