

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Технология и оборудование машиностроительных производств»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №9 от 16 апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Направление: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Мехатронные и робототехнические системы

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Майзель Игорь Геннадьевич
Дата подписания: 26.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Пашков Андрей
Евгеньевич
Дата подписания: 27.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Пономарев Борис
Борисович
Дата подписания: 27.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Моделирование и проектирование мехатронных и робототехнических систем» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-4 Способность разрабатывать алгоритмы и применять современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	ОПК ОС-4.4, ОПК ОС-4.6, ОПК ОС-4.8
ОПК ОС-9 Готовность к участию в работах по отладке, монтажу, сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	ОПК ОС-9.3, ОПК ОС-9.4, ОПК ОС-9.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-4.4	Способен произвести анализ кинематической цепи манипулятора. Умеет рассчитывать манипулятивность и коэффициент сервиса промышленных роботов	Знать методы построения промежуточных координат Уметь рассчитывать манипулятивность и коэффициент сервиса манипулято Владеть методами анализа кинематической цепи
ОПК ОС-4.6	Способен выполнить полный кинематический и динамический расчет двух-звенного манипулятора; определить силы и моменты для управляемого движения	Знать методы построения промежуточных координат Уметь рассчитывать манипулятивность и коэффициент сервиса манипулятора Владеть методами анализа кинематической цепи
ОПК ОС-4.8	Способен спроектировать систему управления РТК с помощью современных программных средств	Знать однородные преобразования координат Уметь рассчитать прямую задачу позиционирования Владеть методами расчета скорости и ускорения манипулятора
ОПК ОС-9.3	Способен производить преобразование координат в кинематическом анализе механизмов, имеет понятие о прямых и обратных позиционных задачах, способен	Знать однородное преобразование координат Уметь выбирать промышленный робот для РТК по заданным параметрам Владеть методикой Денавита-

	выбрать промышленный робот под конкретную технологическую задачу	Хартенберга для построения локальных систем координат
ОПК ОС-9.4	Способен выполнить полный кинематический и динамический расчет двухзвенного манипулятора на основе уравнения Лагранжа 2-го рода; определить силы и моменты для управляемого движения	Знать методы решения задач динамики с использованием уравнения Лагранжа 2-го рода Уметь находить уравнение кинетической энергии двухзвенного манипулятора в зависимости от обобщенных координат Владеть методами компьютерного моделирования при нахождении сил и моментов манипулятора для управляемого движения
ОПК ОС-9.5	Способен составить математическую модель двухзвенного манипулятора для определения всех параметров системы; определить силы и моменты для управляемого движения; подобрать соответствующие приводы	Знать метод моделирования на основе уравнения Лагранжа 2-го рода Уметь Уметь определять усилия и моменты манипулятора Владеть Уметь определять усилия и моменты манипулятора

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Моделирование и проектирование мехатронных и робототехнических систем» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Механика манипуляционных устройств», «Теоретическая механика», «Трёхмерное моделирование», «CAD/CAM/CAE системы», «Управление в технических системах»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Управление мехатронными и робототехническими системами», «Технологическое оборудование машиностроительного производства», «Диагностика и надёжность технологических систем»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)			
	Всего	Семестр № 5	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	216	72	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	96	32	32	32
лекции	48	16	16	16
лабораторные работы	48	16	16	16
	0	0	0	0

практические/семинарские занятия				
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	120	40	40	40
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Зачет с оценкой	Зачет	Зачет с оценкой	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля	
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.		
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Введение. Общие сведения о промышленных роботах и мехатронных системах.	1	2	1	2						Письменный опрос
2	Преобразование координат. Вращение и перенос. Однородные преобразования.	2	4	2, 3	4						
3	Прямая и обратная позиционные задачи	3	2								
4	Геометрия рабочего пространства манипулятора.	4	2	4, 5, 6	10			1, 2, 3	40		
5	Уравнение кинестатики манипулятора.	5	2								
6	Кинематика механизма. Вращение твердого тела. Плоскопараллельное движение.	6	4								
	Промежуточная аттестация										Зачет
	Всего		16		16				40		

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Сложное движение. Ускорение Кариолиса. Скорости и ускорения звеньев манипулятора в относительном движении.	1	4	1	4					
2	Уравнение Лагранжа 2-го рода для определения сил и моментов манипулятора	2	4	2	4			1, 2, 3	40	
3	Влияние инерционных сил на точность позиционирования ПР	3	2	7	4					
4	Передачи промышленных роботов. Винтовые передачи.	7	4	8	4					
5	Выбор привода ПР и мехатронных механизмов	8	2							
	Промежуточная аттестация									Зачет с оценкой
	Всего		16		16				40	

Семестр № 7

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Программный комплекс SIMULINK для проектирования мехатронных систем	1	4	1, 2, 3, 6	10			1, 2, 3	40	
2	Элементы силовой электроники в пакете Sim Power System	2, 4	6							
3	Пакет Stateflow для проектирования СУ мехатронных систем	5	4	5	4					

7	Динамика объектов управления мехатронных систем. Пакет Control System Toolbox/	3	2	4	2					
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16		16				40	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Общие сведения о промышленных роботах и мехатронных системах.	Краткий исторический обзор развития автоматизации. Связь с другими дисциплинами. Основные понятия и определения. Системы координат промышленных роботов. Понятие кинематической цепи. Кинематические пары. Типовые схемы промышленных роботов. Определение числа степеней подвижности.
2	Преобразование координат. Вращение и перенос. Однородные преобразования.	Преобразование координат в кинематическом анализе механизмов. Матрица поворота и ее построение. Поворот системы координат относительно произвольной оси. Однородные координаты и преобразования. Матрица однородных преобразований. Правило ДенавитаХартенберга для промежуточных координат
3	Прямая и обратная позиционные задачи	Прямая позиционная задача. Определение положения схвата в неподвижной системе координат при известном векторе обобщенных координат. Обратная позиционная задача (управление движением). Определение обобщенных координат по известному положению схвата в заданной точке траектории движения.
4	Геометрия рабочего пространства манипулятора.	Конфигурация рабочего пространства. Связь геометрических параметров рабочего пространства с кинематической схемой манипулятора. Манипулятивность и коэффициент сервиса. Предел достижимости. Определение границы рабочей зоны. Анализ ориентации схвата в рабочем пространстве.
5	Уравнение кинетостатики манипулятора.	Уравнение кинетостатики относительно основания. Уравнение равновесия в случае, когда первая пара поступательная. Уравнение равновесия в случае, когда первая пара вращательная.
6	Кинематика механизма. Вращение твердого тела.	Виды движения. Способы задания движения. Координатный, векторный, смешанный. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая

	Плоскопараллельное движение.	скорость и угловое ускорение. Скорости и ускорения точек вращающегося твердого тела. Тангенциальное и нормальное ускорение. Плоскопараллельное движение. Разложение движения на поступательное и вращательное. Мгновенный центр скоростей. План скоростей. План ускорений.
--	------------------------------	--

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Сложное движение. Ускорение Кариолиса. Скорости и ускорения звеньев манипулятора в относительном движении.	Сложное движение. Относительное, переносное и абсолютные движения. Теорема сложения скоростей. Теорема сложения ускорений. Ускорение Кариолиса. Сложение поступательного и вращательного движений. Винтовое движение. Теорема Кариолиса применительно к манипулятору. определение скоростей и ускорений звеньев методом прямой рекурсии с учетом поступательных и вращательных кинематических пар..
2	Уравнение Лагранжа 2-го рода для определения сил и моментов манипулятора	Уравнения Лагранжа 2-го рода для описания движения механической системы с S степенями свободы. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Кинетический потенциал (Лагранжиан). Алгоритм решения задач с помощью уравнения Лагранжа
3	Влияние инерционных сил на точность позиционирования ПР	Влияние инерционных сил на точность позиционирования ПР
4	Передачи промышленных роботов. Винтовые передачи.	Приводы промышленных роботов. Винтовые передачи. Винтовая передача скольжения. Дифференциальная и интегральная винтовые передачи. Несосные винтовые передачи. Расчет кинематики винтовой передачи. Прочностной расчет винтовой передачи. ШВП
5	Выбор привода ПР и мехатронных механизмов	Классификация приводов. Выбор привода ПР и мехатронных механизмов

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Программный комплекс SIMULINK для проектирования мехатронных систем	Библиотека Simulink. Раздел виртуальные источники. Раздел виртуальные приемники. Библиотека. Раздел математических операция. Модели алгебраических объектов.
2	Элементы силовой электроники в пакете Sim Power System	Пакет расширения Sim Power System. Активные и пассивные элементы полупроводниковых преобразователей в Sim Power System. Трансформаторы. Интегрально-модульные конструкции в Sim Power System

3	Пакет Stateflow для проектирования СУ мехатронных систем	Пакет Stateflow для проектирования СУ мехатронных систем
7	Динамика объектов управления мехатронных систем. Пакет Control System Toolbox/	Силовые полупроводниковые преобразователи в мехатронике. Управляемые выпрямители. Преобразователи постоянного напряжения. Динамические модели широко-импульсных преобразователей в мехатронике.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Типовые схемы промышленных роботов. Определение числа степеней подвижности.	2
2	Преобразование координат в кинематическом анализе механизмов. Матрица поворота и ее построение.	2
3	Правило Денавита-Хартенберга для промежуточных координат	2
4	Анализ кинематической цепи манипулятора PUMA-600	4
5	Анализ кинематической цепи манипулятора SCARA	4
6	Манипулятивность и коэффициент сервиса. Предел достижимости. Определение границы рабочей зоны.	2

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Теорема Кариолиса применительно к манипулятору. определение скоростей и ускорений звеньев методом прямой рекурсии с учетом поступательных и вращательных кинематических пар.	4
2	Уравнения Лагранжа 2-го рода для описания движения механической системы	4
7	Определение инерционных воздействий на работу манипулятора	4
8	Геометрические и кинематические параметры шариковой винтовой передачи.	4

Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Библиотека пакета Simulink. Блоки источников и приемников сигналов.	2

2	Библиотека пакета Simulink. Блоки преобразования аналоговых и дискретных сигналов.	2
3	Библиотека пакета Simulink. Блоки математических операций.	2
4	Определение динамических характеристик в Control System Toolbox	2
5	Проектирование СУ с помощью пакета Stateflow	4
6	Исследование моделей динамических систем в Simulink	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	10
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	20
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	10

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	10
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	15
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	15

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	10
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	15
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	15

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: тренинг

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Эл. ссылка на ЭОР в системе MOODLE по курсу: Моделирование и проектирование мехатронных и робототехнических систем <https://el.istu.edu/course/view.php?id=5196>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Эл. ссылка на ЭОР в системе MOODLE по курсу: Моделирование и проектирование мехатронных и робототехнических систем <https://el.istu.edu/course/view.php?id=5196>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 5 | Письменный опрос

Описание процедуры.

Обучающийся, по расписанию приходит на зачет, предъявляет экзаменатору паспорт и зачетную книжку, берет бланк с вопросами к зачету, и в течение 30 минут готовится к ответу.

После подготовки в устной форме отвечает на поставленные вопросы. Экзаменатор может задать дополнительные вопросы.

Критерии оценивания.

1. Обучающийся демонстрирует глубокое и полное владение содержанием учебного материала, в котором легко ориентируется, умеет связывать теорию с практикой, решать практические задачи, высказывать и обосновывать свои суждения, грамотно и логически правильно отвечать на поставленные вопросы
2. Обучающийся полностью освоил учебный материал, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.
3. Обучающийся обнаруживает знания и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновывать свои суждения.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-4.4	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	письменный опрос
ОПК ОС-4.6	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %.	письменный опрос

	Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	
ОПК ОС-4.8	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	письменный опрос
ОПК ОС-9.3	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	письменный опрос
ОПК ОС-9.4	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	письменный опрос
ОПК ОС-9.5	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	письменный опрос

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Обучающийся, по расписанию приходит на зачет, предъявляет экзаменатору паспорт и зачетную книжку, берет бланк с вопросами к зачету, и в течение 30 минут готовится к ответу.

После подготовки в устной форме отвечает на поставленные вопросы. Экзаменатор может задать дополнительные вопросы.

Пример задания:

Примерный перечень вопросов для зачета :

1. Кинематика промышленного робота. Определение числа степеней подвижности манипулятора.
2. Типовые схемы манипуляторов.
3. Преобразование координат. Вращение и перенос. Матрица поворота.
4. Преобразование координат. Поворот вокруг произвольной оси.
5. Однородные координаты и преобразования.
6. Определение положения и ориентации звеньев с помощью однородных преобразований
7. Специальные системы координат Денавита-Хартенберга.
8. Прямая позиционная задача.
9. Конфигурация рабочего пространства. Предел досягаемости.
10. Анализ ориентации схвата в рабочем пространстве. Зона обслуживания. Коэффициент сервиса.
11. Кинематическое управление манипулятором
12. Планирование траекторий в пространстве обобщенных координат.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Обучающийся демонстрирует глубокое и полное владение содержанием учебного материала, в котором легко ориентируется, умеет связывать теорию с практикой, решать практические задачи, высказывать и обосновывать свои суждения, грамотно и логически правильно отвечать на поставленные вопросы	3. Обучающийся обнаруживает знания и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновывать свои суждения.

6.2.2.2 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Обучающийся, по расписанию приходит на зачет, предъявляет экзаменатору паспорт и зачетную книжку, берет бланк с вопросами к зачету, и в течение 30 минут готовится к ответу.

После подготовки в устной форме отвечает на поставленные вопросы. Экзаменатор может задать дополнительные вопросы.

Пример задания:

Примерный перечень вопросов для зачета :

1. Кинематика промышленного робота. Определение числа степеней подвижности манипулятора.
2. Типовые схемы манипуляторов.
3. Преобразование координат. Вращение и перенос. Матрица поворота.
4. Преобразование координат. Поворот вокруг произвольной оси.
5. Однородные координаты и преобразования.
6. Определение положения и ориентации звеньев с помощью однородных преобразований
7. Специальные системы координат Денавита-Хартенберга.
8. Прямая позиционная задача.
9. Конфигурация рабочего пространства. Предел досягаемости.
10. Анализ ориентации схвата в рабочем пространстве. Зона обслуживания. Коэффициент сервиса.
11. Кинематическое управление манипулятором
12. Планирование траекторий в пространстве обобщенных координат.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
----------------	---------------	-------------------------------	----------------------------

<p>1.</p> <p>Обучающийся демонстрирует глубокое и полное владение содержанием учебного материала, в котором легко ориентируется, умеет связывать теорию с практикой, решать практические задачи, высказывать и обосновывать свои суждения, грамотно и логически правильно отвечать на поставленные вопросы</p>	<p>Обучающийся полностью освоил учебный материал, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.</p>	<p>3.</p> <p>Обучающийся обнаруживает знания и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновывать свои суждения.</p>	<p>3.</p> <p>Обучающийся обнаруживает знания и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновывать свои суждения.</p>
--	---	---	---

6.2.2.3 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.3.1 Описание процедуры

Обучающийся, по расписанию приходит на зачет, предъявляет экзаменатору паспорт и зачетную книжку, берет бланк с вопросами к зачету, и в течение 30 минут готовится к ответу.

После подготовки в устной форме отвечает на поставленные вопросы. Экзаменатор может задать дополнительные вопросы.

Пример задания:

Примерный перечень вопросов для зачета :

1. Кинематика промышленного робота. Определение числа степеней подвижности манипулятора.
2. Типовые схемы манипуляторов.
3. Преобразование координат. Вращение и перенос. Матрица поворота.
4. Преобразование координат. Поворот вокруг произвольной оси.
5. Однородные координаты и преобразования.
6. Определение положения и ориентации звеньев с помощью однородных преобразований
7. Специальные системы координат Денавита-Хартенберга.
8. Прямая позиционная задача.

9. Конфигурация рабочего пространства. Предел досягаемости.
10. Анализ ориентации схвата в рабочем пространстве. Зона обслуживания. Коэффициент сервиса.
11. Кинематическое управление манипулятором
12. Планирование траекторий в пространстве обобщенных координат.

6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Обучающийся демонстрирует глубокое и полное владение содержанием учебного материала, в котором легко ориентируется, умеет связывать теорию с практикой, решать практические задачи, высказывать и обосновывать свои суждения, грамотно и логически правильно отвечать на поставленные вопросы	3. Обучающийся обнаруживает знания и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновывать свои суждения.

7 Основная учебная литература

1. Подураев Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение : учеб. пособие для вузов по специальности "Мехатроника" ... / Ю. В. Подураев, 2006. - 255.
2. Рыжиков И. Н. Моделирование элементов мехатронных систем : учебное пособие для специальности "Мехатроника" / И. Н. Рыжиков; под ред. О. В. Репецкого, 2008. - 99.
3. Методические указания по проведению лабораторных работ по дисциплине "Механика манипуляционных устройств" направления подготовки 221000 - "Мехатроника и робототехника", профиль - "Наладка, программирование и эксплуатация мехатронных и робототехнических систем" : методические указания / Иркут. гос. техн. ун-т, 2013. - 55.
4. Умнов В. И. Детали машин 15.03.06 Мехатроника и робототехника : электронный курс / В. И. Умнов, 2022

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие [для подготовки бакалавров и магистров по направлению "Мехатроника и робототехника"] / А. П. Лукинов, 2012. - 605.
2. Москвичев А. А. Захватные устройства промышленных роботов и манипуляторов : учебное пособие для вузов по направлениям подготовки 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств" и 15.03.06 "Мехатроника и робототехника" / А. А. Москвичев, А. Р. Кварталов, Б. В. Устинов, 2015. - 175.
3. Методические указания по проведению СРС Организация и планирование производства [Электронный ресурс] : направление подготовки: 15.03.06 "Мехатроника и робототехника": программа: Наладка, программирование и эксплуатация мехатронных робототехнических систем: квалификация: бакалавр: форма обучения: очная / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Каф. менеджмента, 2018. - 5.

9 Ресурсы сети Интернет

10 Профессиональные базы данных

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины