

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий
Кафедра информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета компьютерных
систем и информационных технологий



Кочевский А.А.

« 19 » _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Математические модели роботов»

по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

профиль подготовки «Компьютерные технологии управления в
робототехнике и мехатронике»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Математические модели роботов» по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника. – ~~17~~ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Математические модели роботов» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17 августа 2020 г. № 1046 (с изменениями и дополнениями), зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации от 9 сентября 2020 года № 59722, учебного плана по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (профиль «Компьютерные технологии управления в робототехнике и мехатронике») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

СОСТАВИТЕЛЬ:

доцент кафедры информационных и управляющих систем
Шульгин С.К.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных и управляющих систем
18 апреля 2023 года, протокол № 15.

Заведующий кафедрой
информационных и управляющих систем _____ Горбунов А.И.

Переутверждена: «___» _____ 20__ г., протокол № _____

Согласована:

Декан факультета компьютерных систем и
информационных технологий _____ Кочевский А. А.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета
компьютерных систем и информационных технологий
19 апреля 2023 года, протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета
компьютерных систем и информационных технологий _____ Ветрова Н. Н.

©Шульгин С.К., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – изучение основных методов и этапов моделирования объектов и систем управления.

Задачи:

1. Формирование у студентов навыков в области синтеза структуры и параметров моделей;
2. Ознакомление студентов с методами проверки адекватности моделей;
3. Обучение использованию для моделирования современных программных средств.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Математические модели роботов» входит в модуль профессиональных дисциплин обязательной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания в области математики, физики, информатики, основ мехатроники и робототехники, кинематики манипуляционных роботов
умения в области высшей математики и информатики
навыки в области построения структурных схем и математических моделей объектов

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: математический анализ, введение в специальность и служит основой для освоения дисциплин: алгоритмы управления подсистемами роботов, управление роботами и робототехническими устройствами.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Математические модели роботов», должны

знать основные философские категории и специфику их трактовки; ключевые положения основных философских школ и направлений; базовые методы философии и науки, содержание современных философских дискуссий по проблемам общественного развития; специфику философских проблем и их значение для развития человека и общества; роль науки в развитии цивилизации, иметь представление о связанных с ними современных социальных и этических проблемах; основные теоретические положения, законы и методы естественных наук и математики; форму математической записи основных законов физики и естественных наук; современный уровень развития науки и техники, в том числе трибологии и триботехники; современные материалы и добавки, методы и средства испытаний, методы повышения энергоэффективности приборов, аппаратов, машин, комплексов, узлов и отдельных сопряжений; перечень и содержание основных современных образовательных сетевых ресурсов в области мехатроники и робототехники; основные принципы написания аналитических и патентных обзоров; принципы написания научных статей,

заявок на патент, научных отчетов; устройство и принципы функционирования механических, электрических и электронных узлов мехтронных и робототехнических систем; требования стандартов и технических стандартов, предъявляемые к проектируемому объекту; в том числе требования ЕСКД;

уметь раскрыть смысл выдвигаемых идей, представить рассматриваемые философские проблемы в развитии; аргументировано отстаивать собственную позицию по различным проблемам философии; использовать положения и категории философии для анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений; использовать законы естественных наук и физики при разработки математических моделей процессов и явлений; решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности; находить нужную информацию на русском и иностранном языках в сети интернет; анализировать научно-техническую информацию, полученную из различных источников, в том числе путем проведения эксперимента; обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления; разрабатывать конструкторскую и проектную документацию, на основании выполненных расчетов и с учетом требований ЕСКД

владеть навыками работы с философскими источниками и учебной литературой; публичной речью и навыками аргументированного письменного изложения собственной точки зрения; навыками разработки и исследования математических моделей процессов и явлений, навыками работы в современном программном обеспечении; навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий; навыками поиска информации и коммуникации в информационном пространстве; выполнять постановку проблемы, осуществлять деловую переписку с членами научного и образовательного сообщества; навыками поиска, анализа, обобщения научно-технической информацией; опытом написания статей, аналитических и патентных обзоров, заявок на патентование отчетов; навыками разработки конструкторской и проектной документации с использованием инструментов автоматизированного конструирования в CAD-системах.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной образовательной программы (ОПОП ВО):

общепрофессиональных:

ОПК-1.1: знает методы математического аппарата аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной

ОПК-1.2: умеет применять математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений

ОПК-2.1: знает основные методы решения задач с использованием программных средств

профессиональных:

ПК-1.1: способен изучать и анализировать научнотехническую информацию в области робототехники и мехатроники

ПК-1.2: умеет строить физические и математические модели роботов, мехатронных и робототехнических систем, их отдельных подсистем и модулей

ПК-2.1: разрабатывает специальное программное обеспечение для решения задач проектирования систем, конструирования механических и мехатронных модулей, управления и обработки информации

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	216 (6 зач. ед)		216 (6 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	116		24
Лекции	50		10
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	66		14
Лабораторные работы	-		-
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-		-
Самостоятельная работа студента (всего)	100		192
Форма аттестации	экзамен/зачет		экзамен/зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 1

Тема 1. Моделирование кинематики МР.

Содержание. Кинематика. Общее понятие кинематики

Тема 2. Общее уравнение кинематики МР.

Содержание. Прямая и обратная задачи кинематики.

Тема 3. Специальные системы координат по способу Денавита-Хартенберга.

Содержание. Инерциальная и локальная системы координат. Метод Денавита-Хартенберга.

Тема 4. Однородные координаты проективного пространства

Содержание. Система координат проективного пространства

Тема 5. Преобразование координат

Содержание. Матрицы преобразования координат

Тема 6. Моделирование кинематики ПР М20.П.40.01

Содержание. Структурная схема манипулятора. Таблица преобразований обобщенных координат манипулятора. Система уравнений кинематики манипулятора.

Тема 7. Моделирование кинематики ПР PUMA 560

Содержание. Структурная схема манипулятора. Таблица преобразований обобщенных координат манипулятора. Система уравнений кинематики манипулятора.

Тема 8. Моделирование кинематики ПР ТУР-10К

Содержание. Структурная схема манипулятора. Таблица преобразований обобщенных координат манипулятора. Система уравнений кинематики манипулятора.

Тема 9. Моделирование кинематики ПР PUMA 260

Содержание. Структурная схема манипулятора. Таблица преобразований обобщенных координат манипулятора. Система уравнений кинематики манипулятора.

Тема 10. Моделирование кинематики ПР IRB-140

Содержание. Структурная схема манипулятора. Таблица преобразований обобщенных координат манипулятора. Система уравнений кинематики манипулятора.

Тема 11. Теоретические вопросы решения прямой задачи

Содержание. Таблица преобразований координат. Порядок поворота осей.

Тема 12. Решение прямой задачи кинематики манипуляторов при позиционном (цикловом) управлении

Содержание. Цикловое управление. Законы движения при цикловом управлении.

Тема 13. Обратная задача кинематики манипуляторов роботов при контурном управлении

Содержание. Движение схвата по заданной траектории.

Тема 14. Решение обратной задачи кинематики манипуляторов на основе линейной зависимости между абсолютными и обобщенными скоростями (управление по скорости)

Содержание. Матрица Якоби. Скорость точки звена манипулятора.

Тема 15. Определение абсолютных скоростей и ускорений точек и звеньев манипулятора

Содержание. Скорость схвата. Матрицы скоростей.

Тема 16. Метод простой итерации

Содержание. Суть метода решения систем нелинейных уравнений методом простых итераций.

Тема 17. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений

Содержание. Ряд Тейлора. Величина приращения.

Тема 18. Решение ОЗК методами оптимизации

Содержание. Функционал конфигурации манипулятора и его оптимизация.

Тема 19. Моделирование динамики манипуляционного робота

Содержание. Уравнение Лагранжа-Эйлера. Кинетическая и потенциальная энергии манипулятора.

Тема 20. Кинетическая и потенциальная энергия манипулятора

Содержание. Кинетическая и потенциальная энергии манипулятора.

Тема 21. Моменты инерции отдельных тел

Содержание. Тензор инерции. Моменты инерции.

Тема 22. Определение тензоров инерции звеньев робота ТУР-10К

Содержание. Определение тензоров инерции для каждого из звеньев манипулятора ТУР-10К

Тема 23. Алгоритмы формирования уравнений динамики системы с сосредоточенными массами

Содержание. Алгоритм формирования уравнений динамики.

Тема 24. Планирование траекторий при ограниченном числе опорных точек

Содержание. Требования к движению манипулятора.

Тема 25. Общие случаи планирования траекторий в пространстве обобщенных координат

Содержание. Методы планирования траектории движения манипулятора.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Моделирование кинематики МР	2	2
2	Общее уравнение кинематики МР	2	-
3	Специальные системы координат по способу Денавита-Хартенберга	2	-
4	Однородные координаты проективного пространства	2	2
5	Преобразование координат	2	-
6	Моделирование кинематики ПР М20.П.40.01	2	-
7	Моделирование кинематики ПР PUMA 560	2	
8	Моделирование кинематики ПР ТУР-10К	2	
9	Моделирование кинематики ПР PUMA 260	2	-
10	Моделирование кинематики ПР IRB-140	2	

11	Теоретические вопросы решения прямой задачи	2	-
12	Решение прямой задачи кинематики манипуляторов при позиционном (цикловом) управлении	2	-
13	Обратная задача кинематики манипуляторов роботов при контурном управлении	2	
14	Решение обратной задачи кинематики манипуляторов на основе линейной зависимости между абсолютными и обобщенными скоростями (управление по скорости)	2	
15	Определение абсолютных скоростей и ускорений точек и звеньев манипулятора	2	
16	Метод простой итерации	2	2
17	Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений	2	
18	Решение ОЗК методами оптимизации	2	-
19	Моделирование динамики манипуляционного робота	2	-
20	Кинетическая и потенциальная энергия манипулятора	2	-
21	Моменты инерции отдельных тел	2	
22	Определение тензоров инерции звеньев робота ТУР-10К	2	2
23	Алгоритмы формирования уравнений динамики системы с сосредоточенными массами	2	
24	Планирование траекторий при ограниченном числе опорных точек	2	-
25	Общие случаи планирования траекторий в пространстве обобщенных координат	2	-
Итого:		50	10

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Общие вопросы работы с пакетом моделирования динамических систем	6	2
2	Моделирование колебательных систем	6	-
3	Моделирование нелинейных и дискретных систем	6	2
4	Моделирование и оптимизация электромеханической системы привода прокатных валков	6	-
5	Оценивание случайных параметров и регрессия	6	-
6	Выявление скрытых периодичностей в случайном процессе	6	2
7	Генерация случайных процессов с заданной спектральной плотностью	4	-
8	Идентификация динамических объектов по переходным функциям	2	-
9	Моделирование объектов с распределенными параметрами	2	-

10	Моделирование позиционной системы управления манипулятором	2	-
11	Регрессионный анализ	2	2
12	Автоматизация синтеза регуляторов и наблюдателей состояния в среде пакета прикладных программ для решения задач технических вычислений	2	-
13	Моделирование гауссовских случайных процессов с заданными корреляционными свойствами	2	2
14	Работа в командном окне пакета прикладных программ для решения задач технических вычислений	2	2
15	Построение трехмерных графиков. Программирование в среде пакета прикладных программ для решения задач технических вычислений	2	2
16	Вычисление определенных интегралов в среде пакета прикладных программ для решения задач технических вычислений	2	-
17	Хаотические свойства нелинейных систем	2	-
18	Дискретные отображения и бифуркационные диаграммы	2	-
19	Карты динамических режимов и решетки связанных отображений	2	-
20	Фазовые портреты динамических систем	2	-
Итого:		66	14

4.5. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Моделирование кинематики МР	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
2	Общее уравнение кинематики МР	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
3	Специальные системы координат по способу Денавита-Хартенберга	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
4	Однородные координаты проективного пространства	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
5	Преобразование координат	подготовка к практическим работам и	4	8

		оформление отчетов		
6	Моделирование кинематики ПР М20.П.40.01	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
7	Моделирование кинематики ПР PUMA 560	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
8	Моделирование кинематики ПР ТУР-10К	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
9	Моделирование кинематики ПР PUMA 260	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
10	Моделирование кинематики ПР IRB-140	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
11	Теоретические вопросы решения прямой задачи	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
12	Решение прямой задачи кинематики манипуляторов при позиционном (цикловом) управлении	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
13	Обратная задача кинематики манипуляторов роботов при контурном управлении	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
14	Решение обратной задачи кинематики манипуляторов на основе линейной зависимости между абсолютными и обобщенными скоростями (управление по скорости)	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	7
15	Определение абсолютных скоростей и ускорений точек и звеньев манипулятора	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	7
16	Метод простой итерации	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	7
17	Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	7
18	Решение ОЗК методами оптимизации	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	7
19	Моделирование динамики манипуляционного робота	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	7

20	Кинетическая и потенциальная энергия манипулятора	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	7
21	Моменты инерции отдельных тел	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	7
22	Определение тензоров инерции звеньев робота ТУР-10К	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
23	Алгоритмы формирования уравнений динамики системы с сосредоточенными массами	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
24	Планирование траекторий при ограниченном числе опорных точек	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
25	Общие случаи планирования траекторий в пространстве обобщенных координат	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	8
Итого:			100	192

4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрены

5. Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся необходимо использовать инновационные образовательные технологии при реализации различных видов аудиторной работы в сочетании с внеаудиторной. Используемые образовательные технологии и методы должны быть направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активизацию и реализацию личностного потенциала.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и

предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

- технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

- технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- практические работы;
- защита практических работ.
- контрольные работы
- индивидуальные и фронтальные опросы

Фонды оценочных средств, включающие вопросы к защите контрольных работ, вопросы к защите практических работ, вопросы к индивидуальным и фронтальным опросам, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме:

письменного/устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и выполнение практического задания, тестирование) либо в сочетании различных форм (компьютерного тестирования, решения задач и пр.). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки;

зачета (предполагает выполнение всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины).

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Дьяконов В.П., MATLAB 7.*/R2006/R2007: Самоучитель / Дьяконов В.П. - М. : ДМК Пресс, 2008. - 768 с. - ISBN 978-5-94074-424-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744245.html> (дата обращения: 01.09.2019).

2. Дьяконов В.П., MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6®. Основы применения / В.П. Дьяконов - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. - 800 с.

3. Дьяконов В.П., Simulink 5/6/7 : Самоучитель / Дьяконов В.П. - М. : ДМК Пресс, 2012. - 784 с.-304 с. - ISBN 5-98003-181-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980031812.html> (дата обращения: 01.09.2019).

4. Булгаков А.Г., Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление. / Булгаков А. Г., Воробьев В. А. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. - 488 с. - ISBN 978-5-91359-013-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913590138.html> (дата обращения: 01.09.2019).

б) дополнительная литература:

5. Шахинпур М. Курс робототехники [Текст] / М. Шахинпур ; пер. с англ. С. С. Дмитриева ; под ред. С. Л. Зенкевича. - М. : Мир, 1990. - 527 с. - ISBN 5-03-001375-X. - ISBN 0-06045931-X (в пер.)

6. Фу К. Робототехника [Текст] / К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли ; пер. с англ.: А. А. Сорокина, А. В. Градецкого, М. Ю. Рачкова ; под ред. В. Г. Градецкого. - М. : Мир, 1989. - 624 с. - ISBN 5-03-000805-5 (рус.). - ISBN 0-07-022625-3 (англ.) : 3 р. 10 к.

7. Челпанов И. Б. Устройство промышленных роботов [Текст] : учебник для учащихся приборостроительных техникумов / И. Б. Челпанов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Политехника, 2001. - 203 с.

8. Системы управления роботов [Текст] / под ред. В. К. Стеклова. - К. : Техніка, 1993. - 200 с.

9. Попов Е. П. Основы робототехники. Введение в специальность [Текст] : учебник / Е. П. Попов, Г. В. Письменный. - М. : Высш. шк., 1990. - 224 с.

10. Справочник по промышленной робототехнике. В 2 кн. Кн. 2 [Текст] / под ред. Ш. Нофа; пер. с англ. под ред. Д. Ф. Миронова. - М. : Машиностроение, 1990. - 480 с.

11. Исмаилов Р. А. Автоматика и робототехника в машиностроении [Текст] / Р. А. Исмаилов, А. В. Коржавин. - М. : Высш. школа, 1988. - 144 с.

12. Накано Э. Введение в робототехнику [Текст] / Э. Накано ; пер. с яп. А. И. Логинов, А. М. Филатов; под ред. А. М. Филатова. - М. : Мир, 1988. - 334 с.

13. Программное обеспечение промышленных роботов [Текст] / отв. ред. А. К. Платонов; сост.: А. Н. Домарацкий, Р. К. Казакова. - М. : Наука, 1986. - 279 с.

14. Робототехника и гибкие автоматизированные производства. В 9 кн. Кн. 3 Управление робототехническими системами и гибкими автоматизированными производствами [Текст] : учеб. пособие для втузов / под ред. И. М. Макарова. - М. : Высш. школа, 1986. - 159 с.

15. Юревич Е. И. Основы робототехники [Текст] : учебник для вузов / Е. И. Юревич. - Л. : "Машиностроение", Ленингр. отд-ние, 1985. - 271 с

16. Робототехника [Текст] / под ред.: Е. П. Попова, Е. И. Юревича. - М. : Машиностроение, 1984. - 288 с.

17. Системы управления промышленными роботами и манипуляторами [Текст] : учеб. пособие / отв. ред. Е. И. Юревич. - Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. - 182 с.

18. Янг Дж. Ф. Робототехника [Текст] / Янг Дж. Ф. ; пер. с англ. Р. А. Сороки ; под ред. М. Б. Игнатъева. - Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1979. - 300

19. Ястребов В. С. Системы управления движением робота [Текст] / В. С. Ястребов, А. М. Филатов. - М. : Машиностроение, 1979. - 176 с. : ил.

20. Подураев Ю.В., Мехатроника: основы, методы, применение : учеб. пособие для студентов вузов / Подураев Ю.В. - М.: Машиностроение, 2006. - 256 с. - ISBN 5-217-03355-X - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/521703355X.html> (дата обращения: 01.09.2019).

21. Гилат А., MATLAB. Теория и практика. 5-е изд : учебное пособие / Амос Гилат - М. : ДМК Пресс, 2017. - 416 с. - ISBN 978-5-97060-183-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970601839.html> (дата обращения: 01.09.2019).

в) интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы: лаборатория, оснащенная компьютерной сетью, шаблоны отчетов по лабораторным работам.

Освоение дисциплины «Математические модели роботов» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php

Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/