

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

«Управление роботами и робототехническими устройствами»

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 «Управление роботами и робототехническими устройствами» по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника. – **16** с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Управление роботами и робототехническими устройствами» 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.

Структура и содержание дисциплины

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

Цель изучения дисциплины: Изучение моделирования, основ алгоритмизации и программирования с использованием образовательных конструкций.

Задачи: освоение методики решения задач проектирования робототехнических и мехатронных комплексов с использованием средств автоматизированного проектирования, получение студентами знаний по основам объектно-ориентированного системного анализа и проектирования сложных систем.

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

Дисциплина «Управление роботами и робототехническими устройствами» входит в модуль профессиональных дисциплин обязательной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания в области информатики, структурного программирования, теории автоматического управления, алгоритмов и исполнителей;

умения составлять блок-схемы алгоритмов управления, описывать элементы робототехники в виде математических моделей;

навыки самостоятельной работы с учебными пособиями и монографической литературой, в том числе на иностранном языке, работы с персональным компьютером достаточные для самостоятельного освоения пользовательского интерфейса и функциональных возможностей пакетов программ для научных и инженерных расчетов и обработки экспериментальных данных.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: передача информации в робототехнических и мехатронных системах, основы мехатроники и робототехники, математические модели роботов, энергетическое обеспечение робототехнических и мехатронных систем, программное управление исполнительными системами мехатронных и робототехнических устройств, микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике, программирование мехатронных и робототехнических систем, аппаратная реализация промышленных логических контроллеров, пакеты прикладных программ для имитационного моделирования, проектирование систем управления роботами и служит основой для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

Является основой для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Управление роботами и робототехническими устройствами», 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 этапы разработки и методы анализа математических моделей; дифференциальную форму записи базовых законов сохранения; программно-технические средства, используемые для обработки информации в робототехнических системах; методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и разработки моделей их последствий;

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 разработке 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; составлять математическое описание процесса на основании законов и методов естественных наук и математики; разрабатывать иерархическую структуру концептуальных и математических моделей мехатронных и робототехнических систем; использовать международный опыт по разработке инновационной мехатронной и робототехнической продукции; представление видеоинформации и ее машинную генерацию, графические языки; использовать методы выбора рационального способа снижения техногенного воздействия на окружающую среду;

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 разработки и исследования математических моделей; навыками разработки концептуальных и математических моделей мехатронных и робототехнических систем и их элементов, а также навыками применения современных универсальных пакетов про-грамм; навыками применения программно-технических средств для построения мехатронных и робототехнических систем; навыками проектирования и разработки систем управления мехатронных систем.

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 наудотехническую 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-3.1: формализует и алгоритмизирует задачи автоматизации управления изделиями мехатроники и робототехники

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)	144 (4 зач. ед)		144 (4 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	70		14
в том числе:			
Лекции	28		6
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	-		-
Лабораторные работы	42		8
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-	-		-

<i>графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.)</i>			
Самостоятельная работа студента (всего)	74		130
Форма аттестации	экзамен		экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 1

Тема 1. Автоматические системы – структура, типы и классификация по характеру внутренних динамических процессов

Содержание. Терминология в теории автоматических систем. Задачи, решаемые системами автоматического управления. Классы автоматических систем. Линейные и нелинейные автоматические системы

Тема 2. Динамика обыкновенных и особых линейных систем управления

Содержание. Уравнения обыкновенных систем. Уравнения линейных систем с запаздыванием. Импульсные системы. Импульсные фильтры. Решетчатые функции

Тема 3. Способы представления объекта управления

Содержание. Представление объекта управления в виде графа. Представление объекта управления в форме Коши. Представление объекта управления в форме пространства состояний. Преобразование дифференциальных уравнений к нормальной форме. Представление в пространстве состояний при содержании только полюсов. Случай, когда передаточная функция системы имеет полюса и нули

Тема 4. Язык программирования ARPS

Содержание. Манипулятор PUMA. Устройство числового программного управления. Система программного обеспечения

Тема 5. Робот как объект управления

Содержание. Произвольная система управления. Манипулятор как объект управления. Приводы манипулятора. Способы управления роботами. Разомкнутые и замкнутые системы управления. Системы второго порядка

Тема 6. Уравнения движения электропривода

Содержание. Электропривод как механическая система. Приведенное механическое звено

Тема 7. Двигатель постоянного тока как объект управления

Содержание. Двигатель постоянного тока с управлением в цепи якоря. Передаточная функция двигателя постоянного тока

Тема 8. Управление двигателем привода робота по ошибке

Содержание. Пропорциональное управление. Пропорционально-дифференциальное управление

Тема 9. Случайные воздействия. Автокорреляционная функция. Спектральная плотность

Содержание. Случайные воздействия. Автокорреляционная функция. Спектральная плотность

Тема 10. Задача оценки параметров

Содержание. Наблюдатель (оцениватель, фильтр) Калмана-Бьюси.
Метод Калмана-Бьюси

Тема 11. Критерии работоспособности и устойчивости

Содержание. Устойчивость при отсутствии возмущений. Статические ошибки системы для ступенчатых и непрерывных воздействий

Тема 12. Распространенные системы управления промышленными роботами

Содержание. Независимое ПИД – управление сочленениями. Адаптивное управление. Адаптивное управление по заданной модели. Адаптивное управление с авторегрессивной моделью. Адаптивное управление по возмущению. Независимое адаптивное управление движением

Тема 13. Обобщенные законы управления движением манипулятора

Содержание. Управление по методу Лагранжа-Эйлера. Применение уравнений Лагранжа-Эйлера для описания динамики двухзвенного манипулятора

Тема 14. Уравнение движения манипулятора

Содержание. Функция Лагранжа. Уравнения движения манипулятора с вращательными сочленениями. Двухзвенный манипулятор

Тема 15. Нечеткие множества и нечеткая логика

Содержание. Нечеткая логика. Основные понятия. Нечеткие множества. Логические операции над нечеткими множествами. Нечеткая и лингвистическая переменная. Типовые формы функций принадлежности. Нечеткий логический вывод

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Автоматические системы – структура, типы и классификация по характеру внутренних динамических процессов	2	2
2	Динамика обыкновенных и особых линейных систем управления	2	-
3	Способы представления объекта управления	2	-
4	Язык программирования ARPS	2	2
5	Робот как объект управления	2	-
6	Уравнения движения электропривода	2	-
7	Двигатель постоянного тока как объект управления	2	-
8	Управление двигателем привода робота по ошибке	2	2
9	Случайные воздействия. автокорреляционная функция. спектральная плотность	2	-
10	Задача оценки параметров	2	-
11	Критерии работоспособности и устойчивости	2	-
12	Распространенные системы управления промышленными роботами	2	-
13	Обобщенные законы управления движением манипулятора	2	-

14	Уравнение движения манипулятора	1	-
15	Нечеткие множества и нечеткая логика	1	-
Итого:		28	6

4.4. Практические (семинарские) занятия

Не предусмотрены

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Передача данных на ПК	4	-
2	Передача данных с ПК	4	-
3	LCD дисплей	4	-
4	Сервопривод	4	2
5	Шаговый двигатель	4	2
6	Двигатели постоянного тока	4	2
7	Датчик линии	4	-
8	Управление по ИК-каналу	4	-
9	Управление по BLUETOOTH	4	2
10	Мобильная платформа	6	-
Итого:		42	8

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Автоматические системы – структура, типы и классификация по характеру внутренних динамических процессов	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	10
2	Динамика обыкновенных и особых линейных систем управления	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	10
3	Способы представления объекта управления	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	10
4	Язык программирования ARPS	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	10
5	Робот как объект управления	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	10
6	Уравнения движения электропривода	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	10
7	Двигатель постоянного тока как объект управления	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	10
8	Управление двигателем привода робота по ошибке	подготовка к лабораторным работам и	4	10

		оформление отчетов		
9	Случайные воздействия. автокорреляционная функция. спектральная плотность	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	10
10	Задача оценки параметров	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	10
11	Критерии работоспособности и устойчивости	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	10
12	Распространенные системы управления промышленными роботами	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	5
13	Обобщенные законы управления движением манипулятора	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	5
14	Уравнение движения манипулятора	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	5
15	Нечеткие множества и нечеткая логика	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	5
Итого:			74	130

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:

- лабораторные работы;
- защита лабораторных работ;
- контрольные работы;
- индивидуальные и фронтальные опросы.

Фонды оценочных средств, включающие вопросы к защите контрольных работ, вопросы к защите лабораторных 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

	чёткие 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. 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).

2. 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).

3. Подчукаев В.А., Теория автоматического управления (аналитические методы) : Учеб. для вузов / Подчукаев В.А. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 392 с. - ISBN 5-9221-0445-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922104454.html> (дата обращения: 01.09.2019).

4. Ким Д.П., Теория автоматического управления. Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / К и м Д. П. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 440 с. - ISBN 978-5-9221-0858-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108584.html> (дата обращения: 01.09.2019).

б) дополнительная литература:

5. Методические указания к лабораторной работе «Изучение и анализ конструкции промышленного робота ТУР-10К» (для студентов специальности 21.06) /Сост. С. С. Пономаренко.—Луганск : ЛМСИ, 1991. 31 с.

6. 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.) : 2 р. 50 к.

7. 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.

8. 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.

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

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

11. 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.

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

13. 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.

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

15. 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.

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

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

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

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

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

21. 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).

22. Локотош Б. М. Теорія керування [Текст] : навч. посібник / Б. М. Локотош, Л. В. Капуста. - Луганськ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2009. - 112 с.

23. Теория автоматического управления. В 2 ч. Ч. 1 Теория линейных систем автоматического управления [Текст] : учебник для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика" / под ред. А. А. Воронова. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : Высш. школа, 1986. - 367 с.

24. Теория автоматического управления. В 2 ч. Ч. 2 Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления [Текст] : учебник для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика" / под ред. А. А. Воронова. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : Высш. школа, 1986. - 504 с.

25. Иванов В. А. Теория оптимальных систем автоматического управления [Текст] : учеб. пособие / В. А. Иванов, Н. В. Фалдин ; под ред. Е. П. Попова. - М. : Наука, 1981. - 336 с.

26. Янушевский Р. Т. Теория линейных оптимальных многосвязных систем управления [Текст] / Р. Т. Янушевский. - М. : Наука, 1973. - 464 с. : ил.

27. Котов Е.А., Исследование динамики манипуляционных систем: метод. указания к лабораторному практикуму по курсу "Моделирование и исследование робототехнических систем" / Е.А. Котов, А.В. Назарова, Т.П. Рыжова; под ред. А.В. Назаровой. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. - ISBN 978-5-7038-3651-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703836514.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/