

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»

Институт транспорта и логистики
Кафедра подъемно-транспортной техники

УТВЕРЖДАЮ
Директор

Института транспорта и логистики

В. В. Быкадоров

2023 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОСНОВЫ РОБОТОТЕХНИКИ»

Специальность 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства"

Специализация 23.05.01.02 "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование"

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы робототехники» по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. – ____ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы робототехники» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» утвержденный приказом Минобрнауки России от 11 августа 2020 г. № 935.

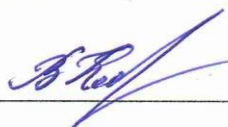
СОСТАВИТЕЛЬ:

ст.преп. Самойлова И.С.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры подъемно-транспортной техники « 11 » 09 2023 г.,

Заведующий кафедрой

подъемно-транспортной техники



В.А.Коструб

Переутверждена: « ____ » _____ 20 ____ г., протокол № ____

Согласована (для обеспечивающей кафедры):

Директор института транспорта и логистики



Быкадоров В.В.

Переутверждена: « ____ » _____ 20 ____ года, протокол № ____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института Транспорта и логистики

« 14 » 09 2023 г., протокол № 8 .

Председатель учебно-методической комиссии

института транспорта и логистики



Е.И.Иванова

© Самойлова И.С., 2023 год

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

Структура и содержание дисциплины

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

Цели изучения дисциплины: формирование у студента понимания основ теории автоматического управления, конструкций и принципов действия технических средств САУ, требований, которые предъявляются к автоматизации ПТСДМ, конструкциям и принципам работы автоматических приборов, и приборов безопасности ПТСДМ, устройства и управления промышленными роботами.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение основных понятий и положений теории автоматического управления и принципы построения САУ ПТСДМ;
- освоение методов составления и линеаризации дифференциальных уравнений САУ и их участков, методов исследования, на стойкость САУ и построения областей стойкости систем, методов оценки качества САУ;
- изучение конструктивных особенностей и принципов работы технических средств автоматики автоматических приборов безопасности ПТСДМ и промышленных роботов;
- составление дифференциальные уравнений элементов САУ ПТСДМ;
- использовать ЭВМ при исследованиях и расчетах систем управления ПТСДМ.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Основы робототехники» входит в модуль профессиональных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: математика, физика, теория механизмов и машин, электротехника и электроника, гидравлика и гидропневмопривод.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-3. Способен управлять производственными процессами в соответствии с требованиями технологической документации	ПК-3.4 Разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта средств механизации и автоматизации подъёмно-транспортных, строительных и дорожных работ, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности	Знать: современные методы исследований машин, механических, гидравлических и пневматических систем, устройств и рабочего оборудования; современное оборудование для исследований характеристик и свойств наземных транспортно-технологических средств; методы проведения модельных и натурных экспериментальных работ для исследования характеристик и свойств наземных транспортно-технологических средств; методы обработки и анализа полученных резуль-

		татов; методы обеспечения безопасности при проведении исследований наземных транспортно-технологических средств.
		Уметь: применять современные методы исследований машин, механических, гидравлических и пневматических систем, устройств и рабочего оборудования; настраивать и использовать современное оборудование для исследований характеристик и свойств, наземных транспортно-технологических средств; выполнять модельные и натурные экспериментальные работы по исследованию характеристик и свойств наземных транспортно-технологических средств; обеспечивать обработку и анализ полученных результатов; применять методы обеспечения безопасности при проведении исследований наземных транспортно-технологических средств.
		Владеть: стандартами, техническими условиями, нормативными и руководящими материалами на проведение испытаний и исследований; методами и средствами выполнения экспериментальных работ; основными принципами и методами анализа полученных экспериментальных результатов средств

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3 зач. ед)	108 (3 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	68	16
Лекции	34	8
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	17	4

Лабораторные работы	17	4
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (индивидуальная расчетно-графическая работа)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	40	92
Форма аттестации	зачет	зачет

4.2 Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. Основные задачи автоматизации ПТСДМ.

Предмет и цель дисциплины «Основы автоматизации ПТСДМ и робототехника», ее роль в системе подготовки специалистов и связь с другими дисциплинами. Основные понятия и определение. Короткая история развития автоматизации производственных процессов. Основные задания и особенности автоматизации ПТСДМ.

Тема 2. Понятие об автоматическом управлении. Общая характеристика систем автоматического управления ПТСДМ.

Основы теории автоматического управления. Понятие об автоматическом управлении. Общая характеристика систем автоматического управления (САУ) ПТСДМ. Основные термины и определения. Классификация САУ. Функциональные схемы САУ ПТСДМ.

Тема 3. Линеаризация дифференциальных уравнений элементов САУ.

Статические и динамические характеристики. Линеаризация дифференциальных уравнений элементов САУ. Формы записи линеаризованных дифференциальных уравнений участков.

Тема 4. Передаточные функции элементов САУ.

Преобразование Лапласа касательно САУ. Передаточная функция элемента САУ. Передаточные функции основных соединений участков: последовательными, параллельными и обратными связями.

Тема 5. Часовые и частотные характеристики участков САУ.

Типичные возмущающие функции. Временные характеристики участков: переходная функция, импульсная переходная функция. Взаимосвязь часовых характеристик с передаточной функцией. Частотные характеристики участков и систем.

Тема 6. Основные типичные звенья САУ ПТСДМ.

Основные типичные звенья САУ: безинерционное, апериодическое, дифференцирующее. Структурные схемы САУ ПТСДМ.

Тема 7. Стойкость САУ.

Понятие о стойкости САУ. Необходимые и достаточные условия стойкости (теоремы А.М. Ляпунова). Алгебраические критерии стойкости (Рауса, Гурвица). Частотные критерии стойкости (Михайлова, Найквиста). Построение областей стойкости (D - разбивка). Понятие про запас стойкости.

Тема 8. Технические средства САУ ПТСДМ.

Датчики и усилители, их устройство и принцип действия: активного сопротивления, индуктивных, емкостных, пьезоэлектрических и др.

Тема 9. Технические средства САУ ПТСДМ. (продолжение).

Датчики: перемещения, упругих деформаций, нагрузок, скоростей, ускорений и др.

Тема 10. Системы автоматической защиты, контроля и сигнализации грузоподъемных кранов.

Автоматизация грузоподъемных кранов. Системы автоматической защиты, контроля и сигнализации грузоподъемных кранов. Автоматические ограничители перемещения крана и его механизмов, ограничители грузоподъемности и грузового момента и др.

Тема 11. Противоугонная защита кранов, автоматические противоугонные устройства.

Противоугонная защита кранов, автоматические противоугонные устройства. Автоматическое выравнивание опор кранов мостового типа при передвижении. Устройства, которые измеряют перекосы пролетного строения кранов мостового типа и предотвращают их образования.

Тема 12. Промышленные работы.

Основные понятия и определения. Классификация и основные характеристики промышленных роботов (ПР). Кинематические схемы ПР. Структурный анализ манипуляторов ПР.

Тема 13. Кинематический анализ манипуляторов ПР.

Кинематический анализ манипуляторов ПР. Динамический анализ манипуляторов ПР. Системы управления ПР.

Тема 14. Автоматизация машин непрерывного транспорта.

Автоматизация конвейеров. Автоматический контроль натяжения и схода ленты конвейеров, контроль состояния ленты.

4.3 Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Тема 1 Введение. Основные задачи автоматизации ПТСДМиО.	2	2
2	Тема 2 Понятие об автоматическом управлении. Общая характеристика систем автоматического управления ПТСДМ.	2	
3	Тема 3 Линеаризация дифференциальных уравнений элементов САУ.	2	
4	Тема 4. Передаточные функции элементов САУ.	2	
5	Тема 5 Часовые и частотные характеристики участков САУ.	2	2
6	Тема 6 Основные типичные звенья САУ ПТСДМ.	2	
7	Тема 7 Стойкость САУ.	2	
8	Тема 8 Технические средства САУ ПТСДМ.	2	
9	Тема 9 Технические средства САУ ПТСДМ. (продолжение).	2	
10	Тема 10 Системы автоматической защиты, контроля и сигнализации грузоподъемных кранов.	2	
11	Тема 11 Противоугонная защита кранов, автоматические противоугонные устройства.	2	2
12	Тема 12 Промышленные работы.	4	
13	Тема 13 Кинематический анализ манипуляторов ПР.	4	2
14	Тема 14 Автоматизация машин непрерывного транспорта.	4	
	Итого:	34	8

4.4 Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Составление дифференциальных уравнений и обозначение передаточных функций элементов САУ ПТСДМ.	2	2

2	Кинематический анализ манипуляционных систем промышленных роботов.	2	2
3	Определение передаточных функций разных соединений участков САУ: последовательными, параллельными и обратными связями.	2	
4	Определение погрешности позиционирования промышленного робота МПР-0,5.	2	
5	Составление и преобразование структурных схем САУ ПТСДМ.	2	
6	Исследование динамических характеристик манипулятора.	2	
7	Исследование стойкости САУ по алгебраическим критериям стойкости (Гурвица, Рауса)	2	
8	Исследование работы гидродемпферов манипуляционных механизмов промышленных роботов.	2	
9	Исследование стойкости САУ по частотным критериям: Михайлова, Найквиста.	1	
	Итого:	17	4

4.5 Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Лабораторная работа 1. Структурный анализ манипуляционных систем промышленных роботов. Краткое содержание работы. Составление структурных схем манипуляционных систем промышленных роботов «Универсал 15М», «Бриг 10 ЗАЗ», «Циклон 3Б». Определение числа подвижных звеньев и класса кинематических пар. Расчет степени подвижности манипуляционных систем роботов. Определения маневренности манипуляторов роботов. Определения системы координат и изображение формы зоны обслуживания манипуляторов. Определение коэффициента сервиса в заданной точке зоны обслуживания.	4	2
2	Лабораторная работа 2. Кинематический анализ манипуляционных систем. Для заданной модели манипулятора определить функцию положения, скорость и ускорение схвата, получить практические навыки в составлении матриц геометрии движения, преобразования систем координат и аналитического исследования кинематики манипуляционных систем роботов.	2	2
3	Лабораторная работа 3. Исследование цикловой системы программного управления роботами ЭЦПУ-6030	4	
4	Лабораторная работа 4. Определение погрешности позиционирования промышленного робота МПР-0,5	4	
5	Лабораторная работа 5. Исследование динамических характеристик манипулятора	3	
6	Лабораторная работа 6. Исследование работы гидродемпферов манипуляционных механизмов промышленных роботов	2	
	Итого:	17	4

4.6 Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Наименование темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Анализ САУ в постоянном режиме. Постоянный режим САУ. Статические характеристики участков. Построение статических характеристик системы. Статическая и астатическая регуляция. Ди-	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний	8	12

	намические стационарные режимы.			
2	Анализ качества САУ. Методы построения кривого переходного процесса. Прямые и косвенные методы оценки качества процесса управления. Методы повышения качества САУ.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний	6	12
3	Датчики и усилители САУ. Принцип действия датчиков: давления, температуры. Дифференциальные датчики. Основы строения усилителей. Основные характеристики усилителей. Элементы релейного действия. Реле.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний	6	12
4	Задающие устройства. Логические элементы. Исполнительные элементы. Датчики и усилители САУ. Принцип действия датчиков: давления, температуры. Дифференциальные датчики. Основы строения усилителей. Основные характеристики усилителей. Элементы релейного действия. Реле.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний	4	14
5	Дистанционное управление грузоподъемными кранами, телеуправление по проводам. Радиоуправление. Управление кранами с использованием установок промышленного телевидения и ЭВМ.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний	4	14
6	Автоматизация управления ПТСДМ с использованием микропроцессорной техники. Состав, структура и компоненты, АСУ ПТСДМ.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний	4	10
7	Расчет и проектирование манипуляционных механизмов промышленных роботов, роторных и роторно-конвейерных автоматических линий.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний	4	10
8	Автоматизация конвейеров. Контроль состояния перегрузочных узлов (бункеров, воронок и тому подобное) с целью защиты окружающей среды при транспортировке сыпучих материалов. Контроль регуляции производительности, натяга ленты. Натягивания. Блокирование при работе нескольких последовательно установленных конвейеров.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний	4	8
Итого:			40	92

4.7 Курсовые работы (проекты)

Не предусмотрены учебным планом.

5. Образовательные технологии

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 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;

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 ведущим лабораторные работы и практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

- доклады, сообщения;
- письменные домашние задания;
- контрольные работы;
- практические занятия;
- лабораторные работы.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, 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 зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач) либо в сочетании различных форм (компьютерного тестирования, решения задач и пр.), защита курсовой работы (при наличии в учебных планах). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

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

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
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.	зачтено
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.	не зачтено

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Павлов В.П., Автоматизация моделирования мехатронных систем транспортно-технологических машин : учеб.пособие / Павлов В.П. - Красноярск : СФУ, 2016. - 144 с. - ISBN 978-5-7638-3405-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763834055>

2. Акимов Е.Г., Выбор и применение низковольтных электрических аппаратов распределения, управления и автоматики / Акимов Е.Г., Коробков Ю.С. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019.-130 с. - ISBN 978-5-383-01342-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013427>

3. Егоров О.Д., Конструирование механизмов роботов : Учебник / О.Д. Егоров. - М. : Абрис, 2012. - 444 с. - ISBN 978-5-4372-0035-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200353.html>

4. Сырецкий Г.А., Проектирование автоматизированных систем : учеб.пособие / Сырецкий Г.А. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 156 с. - ISBN 978-5-7782-2455-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224551.html>

б) дополнительная литература:

1. Иванов С.Д., Ограничитель грузоподъемности со встроенным регистратором параметров для кранов мостового типа: метод.указания к выполнению лабораторной работы по курсу "Безопасность эксплуатации грузоподъемных машин" / Иванов С.Д. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. -

24 с. - ISBN -- - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0139.html

2. Горбатюк С.М., Конструирование машин и оборудования металлургических производств. Основы трехмерного автоматизированного конструирования деталей и узлов машин с использованием программы Autodesk Inventor. Часть 1. Проектирование деталей : Учеб.пособие / Горбатюк С.М., Каменев А.В. - М. : МИСиС, 2008. - 54 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/Misis_076.

3. Кудрявцев Е.М., Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов Учебн. пособ. для вузов / Е.М. Кудрявцев - М. : Издательство АСВ, 2018. - 328 с. - ISBN 978-5-4323-0256-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302564.html>

4. Машков К.Ю. Состав и характеристики мобильных роботов: учеб.пособие по курсу "Управление роботами и робототехническими комплексами". / К.Ю. Машков, В.И. Рубцов, И.В. Рубцов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. - 75, [1] с.: ил.Машков, В.И. Рубцов, И.В. Рубцов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. - 75, [1] с.

5. Иванов С.Д., Ограничитель грузоподъемности со встроенным регистратором параметров для кранов мостового типа: метод.указания к выполнению лабораторной работы по курсу "Безопасность эксплуатации грузоподъемных машин" / Иванов С.Д. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. - 24 с. - ISBN -- - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0139.html

6. Астапенко, Э.С. Элементы автоматики и робототехники А91 [Электронный ресурс] :учебное пособие / Э.С. Астапенко, А.Н. Деренок, Д.П. Столяров. – Томск:Изд-во Том.гос. архит.-строит. ун-та, 2016. – 76 с.

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

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Основы робототехники» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: специализированная аудитория, оборудованная промышленными образцами роботов и моделями различных подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин.

Практические занятия: специализированная аудитория, оборудованная комплектом плакатов по устройству роботов и подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин, а также переносным комплектом презентационной техники. Все расчеты при решении задач на занятиях, в том числе и при выполнении контрольных работ, студенты выполняют с помощью микрокалькуляторов и ноутбуков.

Лабораторные работы: учебная лаборатория № 102, оснащенная промышленными роботами – «Циклон», «Бриг», «ПМР-200КВ», «Универсал-15М».

Шаблон отчетов по лабораторным работам:

1. Название и цель работы.
2. Схема проведения опытов, паспортные данные испытуемой машины.
3. Информация по каждому опыту:
 - название опыта;
 - краткое описание опыта;
 - экспериментальные данные и построенные характеристики;
 - выводы.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

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/

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Основы робототехники»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-3	Способен управлять производственными процессами в соответствии с требованиями технологической документации	ПК-3.4	Тема 1: Введение. Основные задачи автоматизации ПТСДМ. Тема 2: Понятие об автоматическом управлении. Общая характеристика систем автоматического управления ПТСДМ. Тема 3: Линеаризация дифференциальных уравнений элементов САУ. Тема 4: Передаточные функции элементов САУ. Тема 5: Часовые и частотные характеристики участков САУ. Тема 6: Основные типичные звенья САУ ПТСДМ Тема 7: Стойкость САУ. Тема 8/9: Технические средства САУ ПТСДМ Тема 10: Автоматизация грузоподъемных кранов. Системы автоматической защиты, контроля и сигнализации грузоподъемных кранов. Авто-	9

				матические ограничители перемещения крана и его механизмов, ограничители грузоподъемности и грузового момента и др. Тема 11: Автоматизация грузоподъемных кранов. - Противоугонная защита кранов, автоматические противоугонные устройства. Автоматическое выравнивание опор кранов мостового типа при передвижении. Устройства, которые измеряют перекосы пролетного строения кранов мостового типа и предотвращают их образования. Тема 12: Промышленные работы. Кинематический анализ манипуляторов ПР. Динамический анализ манипуляторов ПР. Системы управления ПР. Тема 13: Промышленные работы. Кинематический анализ манипуляторов ПР. Динамический анализ манипуляторов ПР. Системы управления ПР Тема 14: Автоматизация машин непрерывного транспорта. Автоматизация конвейеров. Автоматический контроль натяжения и схода ленты конвейеров, контроль состояния ленты.Тема 1	
--	--	--	--	--	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-3	ПК-3.4	Знать: современные методы исследований машин, механических, гидравлических и пневматических систем, устройств и рабочего оборудования; современное оборудование для исследований характеристик и свойств наземных транспортно-технологических средств; методы проведения модельных и натурных экспериментальных работ для исследования характеристик и свойств наземных транспортно-технологических средств; методы обработки и анализа полученных результатов; методы обеспечения безопасности при проведении исследований наземных транспортно-технологических средств. Уметь: применять современные методы исследований машин, механических, гидравлических и пневматических систем,	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10 Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14.	Доклады, сообщения; расчетно-графические работы; контрольные работы; практические занятия, лабораторные работы

			устройств и рабочего оборудования; настраивать и использовать современное оборудование для исследований характеристик и свойств, наземных транспортно-технологических средств; выполнять модельные и натурные экспериментальные работы по исследованию характеристик и свойств наземных транспортно-технологических средств; обеспечивать обработку и анализ полученных результатов; применять методы обеспечения безопасности при проведении исследований наземных транспортно-технологических средств. Владеть: стандартами, техническими условиями, нормативными и руководящими материалами на проведение испытаний и исследований; методами и средствами выполнения экспериментальных работ; основными принципами и методами анализа полученных экспериментальных результатов средств		
--	--	--	--	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Основы робототехники»

Вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений):

1. Составление дифференциальных уравнений и обозначение передаточных функций элементов САУ ПТСДМ.

2. Кинематический анализ манипуляционных систем промышленных роботов.
3. Определение передаточных функций разных соединений участков САУ: последовательными, параллельными и обратными связями .
4. Определение погрешности позиционирования промышленного робота МПР-0,5.
5. Составление и преобразование структурных схем САУ ПТСДМ.
6. Исследование динамических характеристик манипулятора.
7. Исследование стойкости САУ по алгебраическим критериям стойкости (Гурвица, Рауса).
8. Определение погрешности позиционирования промышленного робота МПР-0,5.
9. Структурный анализ манипуляционных систем промышленных роботов. Краткое содержание работы. Составление структурных схем манипуляционных систем промышленных роботов «Универсал 15М», «Бриг 10 ЗАЗ», «Циклон 3Б». Определение числа подвижных звеньев и класса кинематических пар. Расчет степени подвижности манипуляционных систем роботов. Определения маневренности манипуляторов роботов. Определения системы координат и изображение формы зоны обслуживания манипуляторов. Определение коэффициента сервиса в заданной точке зоны обслуживания.
10. Кинематический анализ манипуляционных систем, для заданной модели манипулятора определить функцию положения, скорость и ускорение схвата, получить практические навыки в составлении матриц геометрии движения, преобразования систем координат и аналитического исследования кинематики манипуляционных систем роботов.
11. Исследование цикловой системы программного управления роботами ЭЦПУ-6030.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству доклад, сообщение

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Доклад представлен на высоком уровне (студент полностью осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным аппаратом)
4	Доклад представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности)
3	Доклад представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным понятийным аппаратом)
2	Доклад представлен на неудовлетворительном уровне (студент не готов, не выполнил задание)

Темы письменных домашних заданий:

1. Составить дифференциальные уравнения устойчивости системы автоматического управления.
2. Исследования устойчивости линейных САУ в инженерных расчетах по алгебраическим критериям Рауса и Гурвица.
3. Составить характеристическое уравнение системы автоматического управления Михайлова.

4. Исследовать устойчивость замкнутой автоматической системы по критерию Найквиста, если передаточная функция системы в разомкнутом состоянии имеет вид:

$$W(p) = \frac{k}{p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)},$$

5. Укажите особенности алгоритма, реализованного в программе для анализа устойчивости САУ по критерию Рауса на ЭВМ.

6. Произвести кинематический анализ манипуляционных систем роботов.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству письменное домашнее задание

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% контрольного задания)
4	Задание выполнено на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% контрольного задания)
3	Задание выполнено на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% контрольного задания)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% контрольного задания)

Вопросы к контрольным работам:

1. Анализ технического состояния деталей ПТСДМ по методу Байеса.
2. Определение пригодности исправного и неисправного состояния редуктора механизма передвижения грузоподъемного крана по методу Байеса.
3. Основные понятия и определение. Краткая история развития автоматизации производственных процессов. Основные задачи и особенности автоматизации ПТСДМ.
4. Понятие об автоматическом управлении. Общая характеристика систем автоматического управления ПТСДМ.
5. Основы теории автоматического управления. Понятие об автоматическом управлении.
6. Общая характеристика систем автоматического управления (САУ) ПТСДМ. Основные термины и определения. Классификация САУ. Функциональные схемы САУ ПТСДМ.
6. Передаточные функции элементов САУ.
7. Превращение Лапласа касательно САУ.
8. Передаточная функция элемента САУ. Передаточные функции основных соединений участков: последовательными, параллельными и обратными связями.
9. Часовые и частотные характеристики участков САУ.
10. Типичные возмущающие функции. Временные характеристики участков: переходная функция, импульсная переходная функция.
11. Взаимосвязь часовых характеристик с передаточной функцией. Частотные характеристики участков и систем.
12. Основные типичные звенья САУ ПТСДМ: безинерционное, апериодическое, дифференцирующее.
13. Структурные схемы САУ ПТСДМ.

14. Стойкость САУ.

15. Понятие о стойкости САУ. Необходимые и достаточные условия стойкости (теоремы А.М. Ляпунова). Алгебраические критерии стойкости (Рауса, Гурвица). Частотные критерии стойкости (Михайлова, Найквиста).

16. Построение областей стойкости (D - разбивка). Понятие про запас стойкости.

17. Технические средства САУ ПТСДМ. Датчики и усилители, их устройство и принцип действия: активного сопротивления, индуктивных, емкостных, пьезоэлектрических.

18. Автоматизация грузоподъемных кранов. Системы автоматической защиты, контроля и сигнализации грузоподъемных кранов. Автоматические ограничители перемещения крана и его механизмов, ограничители грузоподъемности и грузового момента.

19. Промышленные работы. Основные понятия и определения, классификация и основные характеристики промышленных роботов (ПР). Кинематические схемы ПР. Структурный анализ манипуляторов ПР.

20. Автоматизация конвейеров, автоматический контроль натяжения и схода ленты конвейеров, контроль состояния ленты.

21. Решить задачу методом частотного критерия Найквиста (вариант задачи задается преподавателем):

Частотный критерий Найквиста основан на рассмотрении амплитудно-фазовой частотной характеристики $W(j\omega)$ разомкнутой системы, по виду которой можно судить об устойчивости замкнутой системы. Для устойчивости замкнутой системы необходимо и достаточно, чтобы АФЧХ разомкнутой системы не охватывала точку с координатами $(-1; 0)$.

Достоинством критерия Найквиста является возможность исследования устойчивости замкнутой системы по экспериментально снятым АФЧХ разомкнутой системы. Это особенно ценно в том случае, когда ввиду сложности исследуемой системы трудно получить исходные дифференциальные уравнения.

Таблица данных для построения АФЧХ разомкнутой системы

ω	0	10	20	30	50	100	∞
$A(\omega)$	∞	7,35	2,71	1,34	0,49	0,1	0
$\Psi(\omega)$	-90	-118	-143	-163	-191	-226	-270

Варианты к задаче

№ Варианта	K с ⁻¹	T ₁ с.	T ₂ с.	ω гц.
1	2	1	2	3
2	4	2	1	4
3	2	3	1	1
4	6	3	6	2
5	3	2	3	5
6	7	2	2	2
7	13	1	6	9
8	5	5	7	7
9	12	12	9	4

10	38	3	3	3
11	8	8	4	8
12	5	5	2	2
13	4	2	1	4
14	2	3	1	1

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству индивидуальное задание (контрольная работа)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Темы практических занятий:

Тема 1. Составление дифференциальных уравнений и обозначение передаточных функций элементов САУ ПТСДМ.

Тема 2. Кинематический анализ манипуляционных систем промышленных роботов.

Тема 3. Определение передаточных функций разных соединений участков САУ: последовательными, параллельными и обратными связями.

Тема 4. Определение погрешности позиционирования промышленного робота МПР-0,5.

Тема 5. Составление и преобразование структурных схем САУ ПТСДМ.

Тема 6. Исследование динамических характеристик манипулятора.

Тема 7. Исследование стойкости САУ по алгебраическим критериям стойкости (Гурвица, Рауса).

Тема 8. Исследование работы гидродемпферов манипуляционных механизмов промышленных роботов.

Тема 9. Исследование стойкости САУ по частотным критериям: Михайлова, Найквиста.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практические занятия

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Темы лабораторных работ:

Тема 1. Структурный анализ манипуляционных систем промышленных роботов. Краткое содержание работы. Составление структурных схем манипуляционных систем промышленных роботов «Универсал 15М», «Бриг 10 ЗАЗ», «Циклон 3Б». Определение числа подвижных звеньев и класса кинематических пар. Расчет степени подвижности манипуляционных систем роботов. Определения маневренности манипуляторов роботов. Определения системы координат и изображение формы зоны обслуживания манипуляторов. Определение коэффициента сервиса в заданной точке зоны обслуживания.

Тема 2. Кинематический анализ манипуляционных систем.

Для заданной модели манипулятора определить функцию положения, скорость и ускорение схвата, получить практические навыки в составлении матриц геометрии движения, преобразования систем координат и аналитического исследования кинематики манипуляционных систем роботов.

Тема 3. Исследование цикловой системы программного управления роботами ЭЦПУ-6030.

Тема 4. Определение погрешности позиционирования промышленного робота МПР-0,5.

Тема 5. Исследование динамических характеристик манипулятора.

Тема 6. Исследование работы гидродемпферов манипуляционных механизмов промышленных роботов.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству лабораторные работы

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Вопросы промежуточного контроля (зачет):

1. Краткая история развития автоматизации производственных процессов.
2. Основные задания и особенности автоматизации ПТСДМ.
3. Основы теории автоматического управления. Понятие об автоматическом управлении. Общая характеристика систем автоматического управления (САУ) ПТСДМ.

4. Основные термины и определения. Классификация САУ. Функциональные схемы САУ ПТСДМ.

5. Статические и динамические характеристики, линеаризация дифференциальных уравнений элементов САУ.

6. Формы записи линеаризованных дифференциальных уравнений участков.

7. Передаточная функция элемента САУ. Передаточные функции основных соединений участков: последовательными, параллельными и обратными связями.
8. Типичные возмущающие функции. Временные характеристики участков: переходная функция, импульсная переходная функция.
9. Взаимосвязь часовых характеристик с передаточной функцией. Частотные характеристики участков и систем.
10. Основные типичные звенья САУ: безинерционное, апериодическое, дифференцирующее. Структурные схемы САУ ПТСДМ.
11. Понятие о стойкости САУ. Необходимые и достаточные условия стойкости (теоремы А.М. Ляпунова).
12. Алгебраические критерии стойкости (Рауса, Гурвица).
13. Частотные критерии стойкости (Михайлова, Найквиста). Построение областей стойкости (D - разбивка). Понятие про запас стойкости.
14. Датчики и усилители, их устройство и принцип действия: активного сопротивления, индуктивных, емкостных, пьезоэлектрических.
15. Датчики перемещения, упругих деформаций, нагрузок, скоростей, ускорений.
16. Системы автоматической защиты, контроля и сигнализации грузо-подъемных кранов.
17. Автоматические ограничители перемещения крана и его механизмов, ограничители грузоподъемности и грузового момента.
18. Противоугонная защита кранов, автоматические противоугонные устройства. Автоматическое выравнивание опор кранов мостового типа при передвижении.
19. Устройства, которые измеряют перекосы пролетного строения кранов мостового типа и предотвращают их образования.
20. Классификация и основные характеристики промышленных роботов (ПР). Кинематические схемы ПР. Структурный анализ манипуляторов ПР.
21. Кинематический анализ манипуляторов ПР. Динамический анализ манипуляторов ПР. Системы управления ПР.
22. Автоматизация конвейеров. Автоматический контроль натяжения и схода ленты конвейеров, контроль состояния ленты.
23. Составить дифференциальное уравнение и обозначить передаточные функции элементов САУ ПТСДМ.
24. Определить передаточные функции разных соединений участков САУ: последовательными, параллельными и обратными связями.
25. Составить и преобразовать структурные схемы САУ ПТСДМ.
26. Автоматизация конвейеров. Контроль состояния перегрузочных узлов (бункеров, воронок и тому подобное) с целью защиты окружающей среды при транспортировке сыпучих материалов. Контроль регуляции производительности, натяга ленты. Блокирование при работе нескольких последовательно установленных конвейеров.

Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации (зачет)

Шкала оценивания (интервал баллов).	Критерий оценивания
зачтено	Результат промежуточной аттестации выполнена высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов в билете и решена задача)
зачтено	Результат промежуточной аттестации выполнен на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов в билете и решена задача)
зачтено	Результат промежуточной аттестации выполнен на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов в билете и решена задача)
не зачтено	Результат промежуточной аттестации выполнен на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% вопросов в билете и решена задача)

Лист изменений и дополнений

[illegible]

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине «Основы робототехники» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины практики и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки инженеров по указанной специальности.

Председатель учебно-методической
комиссии института транспорта
и логистики



Е.И. Иванова