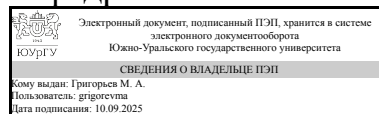


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



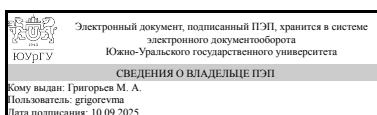
М. А. Григорьев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.09.01 Системная интеграция робототехнических комплексов
для направления 15.03.06 Мехатроника и робототехника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Промышленная робототехника и робототехнические комплексы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

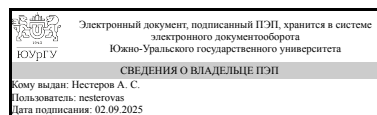
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.08.2020 № 1046

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



А. С. Нестеров

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов способности осуществлять проектирование, разработку, производственный контроль параметров интеллектуальных роботизированных технологических процессов, а также интеграцию роботов в автоматизированные линии контроля качества продукции и выполненных работ при монтаже, наладке, эксплуатации интеллектуального робототехнического и мехатронного оборудования, машин и установок в машиностроительном производстве и способности выполнять работы по повышению эффективности интеллектуальной робототехники в технологических процессах машиностроительного производства. Задачи дисциплины: 1. Научить разрабатывать технологические процессы с учетом применения интеллектуальных промышленных роботов. 2. Грамотно формулировать требования к технологическому процессу и уметь интегрировать в него соответствующих интеллектуальных роботов.

Краткое содержание дисциплины

Рассматривается теория и практика создания и применения интеллектуальных роботизированных технологических комплексов, предназначенных для автоматизации процессов изготовления изделий, выпускаемых в машиностроении. Приведены примеры применения интеллектуальных промышленных роботов для автоматизации различных операций в машиностроении: от заготовительного производства до сборки. Рассмотрены вопросы проектирования комплексов, выбора комплектующего оборудования и оснастки, компоновки комплексов для различных видов производства, оценки экономической эффективности промышленных роботов. Описаны варианты структурной организации интеллектуальных роботизированных комплексов и гибких производственных систем.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен обеспечивать эффективную эксплуатацию гибких производственных систем в машиностроении	Знает: Принципы системной интеграции промышленных роботов в ГПС, архитектуру и протоколы взаимодействия робототехнических комплексов, методы синхронизации работы роботов с другим технологическим оборудованием, технологии мониторинга и диагностики интегрированных систем Умеет: Настраивать интерфейсы взаимодействия между компонентами ГПС, оптимизировать производственные циклы с учетом возможностей роботизированных комплексов, диагностировать и устранять неисправности в интегрированных системах, оценивать эффективность работы роботизированных ячеек Имеет практический опыт: Конфигурирования промышленных сетей для робототехники, балансировки нагрузки в роботизированных

	комплексах, адаптации робототехнических систем под изменяющиеся производственные задачи, анализа производительности интегрированных систем
--	--

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Элементы гидравлических и пневматических приводов промышленных роботов, Автоматизация и роботизация технологических процессов, Электрический привод	Автоматизированные системы управления

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Автоматизация и роботизация технологических процессов	Знает: принципы алгоритмизации технологических процессов, языки программирования промышленных контроллеров (LAD, FBD, ST), методы разработки программного обеспечения для АСУ ТП, особенности интеграции ПО с промышленным оборудованием, Основные источники и форматы данных в АСУ ТП (датчики, SCADA, MES-системы); методы сбора, обработки и визуализации промышленных данных; принципы работы баз данных и облачных хранилищ в промышленной автоматизации; современные стандарты и протоколы обмена данными (OPC UA, Modbus, Ethernet/IP), Настройки систем автоматизации процессов, анализа конструкторской документации для выявления причин недостатков и возникающих неисправностей Умеет: разрабатывать алгоритмы управления технологическими процессами, программировать ПЛК и SCADA-системы, тестировать и отлаживать программное обеспечение, документировать разработанные решения, Настраивать системы сбора данных с промышленного оборудования; обрабатывать и анализировать информацию с использованием специализированного ПО (MATLAB, Ignition, WinCC); работать с промышленными базами данных и системами архивирования данных; интерпретировать результаты анализа для принятия технологических решений., Настраивать системы управления и обработки информации, управляющие средства и комплексы; осуществлять их регламентное

	эксплуатационное обслуживание с использованием соответствующих инструментальных средств; оптимизировать многомерные линейные объекты в статике; использовать компьютерные CAD/CAM системы для автоматизации процесса подготовки управляющих программ для станков. Читать чертежи и схемы объектов автоматизации. Имеет практический опыт: работы в средах программирования промышленных контроллеров (TIA Portal, CODESYS), методами объектно-ориентированного программирования для АСУ ТП, технологиями внедрения программных решений в производственные процессы, работы с промышленными интерфейсами и системами мониторинга; методами статистической обработки и фильтрации производственных данных; технологиями интеграции информационных потоков в единую систему управления., В выборе и согласовании работы оборудования для замены в процессе эксплуатации и проектирования станков с системой ЧПУ.
Элементы гидравлических и пневматических приводов промышленных роботов	Знает: Принципы работы и конструктивные особенности гидро- и пневмоприводов в ГПС, методы диагностики и технического обслуживания, регламенты безопасной эксплуатации, современные тенденции автоматизации приводных систем, конструкцию и принципы работы гидро- и пневмоприводов, методы расчета их параметров, нормативные требования к монтажу и эксплуатации, основы диагностики и тестирования приводных систем Умеет: Проводить техническое обслуживание приводов, оперативно выявлять и устранять неисправности, оптимизировать параметры работы гидропневмосистем, анализировать эффективность их работы в составе ГПС., читать и разрабатывать схемы приводов, подбирать компоненты, выполнять монтаж и настройку гидропневмосистем, проводить пусконаладочные работы, диагностировать и устранять неисправности Имеет практический опыт: Владения методами профилактического обслуживания, навыками работы с диагностическим оборудованием, технологиями модернизации приводных систем для повышения производительности ГПС., сборки и наладки приводов, методами испытаний и регулировки, технологиями ввода оборудования в эксплуатацию, работой со специализированным инструментом и контрольно-измерительными приборами
Электрический привод	Знает: Принципы работы, устройство и характеристики современных электрических приводов., методы выбора электропривода под

	технологическое оборудование, современные тенденции в автоматизации приводных систем (частотное регулирование, цифровые интерфейсы и т. д.). , Назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока. Умеет: Анализировать требования технологического процесса к электроприводу, производить расчёты и подбор компонентов (двигатель, преобразователь, датчики), настраивать и тестировать электроприводные системы. , Применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода; проводить типовые лабораторные испытания электрических приводов; анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов. Имеет практический опыт: Пользования программными средствами моделирования (Matlab, Simulink, КЭР-САПР), навыками работы с частотными преобразователями (Siemens, Danfoss, ABB), методами ввода в эксплуатацию и адаптации оборудования под производственные задачи., Проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками анализа простых моделей электроприводов.
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75
Подготовка к зачету	20	20
Подготовка к практическим занятиям	33,75	33.75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Промышленные роботы в технологических процессах	4	4	0	0
2	Применение промышленных интеллектуальных робототехнических комплексов в поточных и сборочных технологических линиях	6	4	2	0
3	Системная интеграция интеллектуальных робототехнических комплексов (ИРТК) технологический процесс наплавки и сварки. Применение специального программного обеспечения при реализации процесса сварки ИРТК	8	4	4	0
4	Организация интеллектуального роботизированного технологического процесса при сборке сложного изделия	10	6	4	0
5	Организация роботизированного технологического процесса паллетирования и укладчиков готовой продукции. Наладка и интеграция ИРТК в технологический процесс. Специальные роботы паллетайзеры, особенности конструкции.	8	6	2	0
6	Интеллектуальные робототехнические комплексы для автоматической загрузки и обслуживания станков	6	4	2	0
7	Роботизированные транспортно-накопительные системы	6	4	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол- во часов
1	1	Введение в роботизацию технологических процессов. Основные понятия и определения	2
2	1	Виды промышленных роботов их основные характеристики, применение роботов в зависимости от серийности выпускаемых изделий	2
3	2	Поточные технологические процессы. Карты процессов. Принципы построения робото-технологического комплекса для поточных процессов	2
4	2	Сборочные технологические процессы сложных изделий. Программное обеспечение для проектирования роботизации сборочных технологических процессов	2
5	3	Основные принципы построения робото-технологического комплекса (РТК) для технологических процессов наплавки и сварки. Пять принципов. Методы программирования роботов для дуговой сварки	2
6	3	Классификация поточных линий в сварочном производстве	2
7	4	Классификация поточных технологических линий по компоновке РТК. Преимущества и недостатки	2
8	4	Параметры поточных технологических линий. Рациональная организация поточных линий	2
9	4	Разновидности компоновки манипулятора промышленного робота для дуговой сварки в составе сборочной роботизированной производственной ячейки. Причины перехода мировых производителей автомобилей на использование промышленных роботов	2
10	5	Параллелограммный 6-осный манипулятор. Кинематическая схема. Особенности применения	2
11	5	Коромысловый 6-осный манипулятор. Кинематическая схема. Особенности	2

		применения	
12	5	Начальная и текущая адаптация промышленного робота при дуговой сварке. Совместное использование позиционеров и роботов в робототехнологическом комплексе (РТК) для дуговой сварки	2
13	6	Организация роботизированного обслуживания станков ЧПУ в процессе их работы	2
14	6	Принципы организации и проектирования загрузки станков с помощью интеллектуальных роботов, программное обеспечение. Практические примеры	2
15	7	Состав и основные задачи интеллектуальных роботизированных транспортно-складских систем. Варианты компоновочных схем автоматизированного склада. Состав и функциональная схема автоматизированного склада	2
16	7	Назначение и классификация интеллектуальных транспортных роботов. Назначение и особенности конструкции подвесных транспортных роботов. Назначение и особенности конструкции робокаров. Варианты компоновок автоматизированных транспортно-складских систем	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Практическая работа №1. Основные понятия и определения «Роботизация технологических процессов».	2
2	3	Практическая работа №2. Применение промышленных роботов в сварочном производстве	2
3	3	Практическая работа №3. Роботы для дуговой сварки	2
4	4	Практическая работа №4. Роботы для контактной сварки	2
5	4	Практическая работа №5. Организация работы РТК	2
6	5	Практическая работа №6. Вспомогательное оборудование роботизированных комплексов	2
7	6	Практическая работа №7. Компоновка роботизированных комплексов	2
8	7	Практическая работа №8. Транспортно-накопительные системы	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	1. Тимченко, В. А. Роботизация сварочного производства. - Киев: Тэхника, 1988. - 175 с. ил. 2. Системы оцувствления и адаптивные промышленные роботы В. Б. Брагин, Ю.Г. Войлов, Ю. Д. Жаботинский и др.; Под ред. Е. П. Попова, В. В. Ключева. - М.: Машиностроение, 1985. - 255 с. ил. 3.	7	20

	Современные промышленные роботы Кат. Под ред.: Ю. Г. Козырева, Я. А. Шифрина. - М.: Машиностроение, 1984. 152 с. ил. 4. Белянин, П. Н. Промышленные роботы и их применение: Робототехника для машиностроения. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1983. - 311 с. ил. 5. Промышленные роботы для обслуживания металлорежущих станков Учеб. пособие для сред. ПТУ. - М.: Высшая школа, 1987. - 62 с. ил. 6. Воробьев, Е. И. Промышленные роботы агрегатно-модульного типа Е. И. Воробьев, Ю. Г. Козырев, В. И. Царенко; Под ред. Ю. Г. Козырева. - М.: Машиностроение, 1988. - 239 с. Ил. 7. Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы: основные типы и технические характеристики [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям "Автоматизир. технологии и пр-ва", "Мехатроника и робототехника" Ю. Г. Козырев. - М.: КноРус, 2015 8. Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы [Текст] справочник Ю. Г. Козырев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1988. - 391 с. ил.		
Подготовка к практическим занятиям	1. Промышленные роботы для обслуживания металлорежущих станков Учеб. пособие для сред. ПТУ. - М.: Высшая школа, 1987. - 62 с. ил. 2. Системы оцувствления и адаптивные промышленные роботы В. Б. Брагин, Ю.Г. Войлов, Ю. Д. Жаботинский и др.; Под ред. Е. П. Попова, В. В. Ключева. - М.: Машиностроение, 1985. - 255 с. ил. 3. Воробьев, Е. И. Промышленные роботы агрегатно-модульного типа Е. И. Воробьев, Ю. Г. Козырев, В. И. Царенко; Под ред. Ю. Г. Козырева. - М.: Машиностроение, 1988. - 239 с. Ил. 4. Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы: основные типы и технические характеристики [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям "Автоматизир. технологии и пр-ва", "Мехатроника и робототехника" Ю. Г. Козырев. - М.: КноРус, 2015 5. Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы [Текст] справочник Ю. Г. Козырев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1988. - 391 с. ил.	7	33,75

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	Защита практической работы №1	1	7	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл.	зачет
2	7	Текущий контроль	Защита практической работы №2	1	7	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл.	зачет
3	7	Текущий контроль	Защита практической работы №3	1	7	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл.	зачет
4	7	Текущий контроль	Защита практической работы №4	1	7	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл.	зачет
5	7	Текущий контроль	Защита практической работы №5	1	7	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл.	зачет
6	7	Текущий контроль	Защита практической работы №6	1	7	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл.	зачет
7	7	Текущий контроль	Защита практической работы №7	1	7	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл.	зачет
8	7	Текущий контроль	Защита практической работы №8	1	11	За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 1 балл.	зачет
9	7	Промежуточная аттестация	Зачет	-	40	10 баллов - за каждый правильно отвеченный вопрос (4 вопроса) 5 баллов - за 50% правильного ответа на вопрос (из четырех вопросов) 0 баллов - за вопрос, если было получено менее 50% правильного ответа на вопрос.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проводится в письменной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 20 человек из числа студентов. Во время проведения зачета их участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). В состав билета на зачет входят четыре теоретических вопроса (выбирается случайным образом из	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	любого раздела дисциплины). Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа, представленного для оценивания. Длительность зачета 1 час (60 минут). Зачет выставляется по итоговому рейтингу обучающегося по дисциплине R_d . Итоговый рейтинг студента рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля и определяется по формуле: $R_d = R_{тек}$, где $R_{тек} = 1KM1 + 1KM2 + 1KM3 + 1KM4 + 1KM5 + 1KM6 + 1KM7 + 1KM8$. В случае, если студент хочет повысить свою оценку он вправе пройти процедуру экзамена, тогда итоговый рейтинг определяется по формуле: $R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па}$. Критерии оценивания: – Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100%; – Не зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	
--	---	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ KM								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-2	Знает: Принципы системной интеграции промышленных роботов в ГПС, архитектуру и протоколы взаимодействия робототехнических комплексов, методы синхронизации работы роботов с другим технологическим оборудованием, технологии мониторинга и диагностики интегрированных систем	++					+		++	
ПК-2	Умеет: Настраивать интерфейсы взаимодействия между компонентами ГПС, оптимизировать производственные циклы с учетом возможностей роботизированных комплексов, диагностировать и устранять неисправности в интегрированных системах, оценивать эффективность работы роботизированных ячеек	++	++	++					++	++
ПК-2	Имеет практический опыт: Конфигурирования промышленных сетей для робототехники, балансировки нагрузки в роботизированных комплексах, адаптации робототехнических систем под изменяющиеся производственные задачи, анализа производительности интегрированных систем						++	++	++	++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Воробьев Е. И. Промышленные роботы агрегатно-модульного типа / Е. И. Воробьев, Ю. Г. Козырев, В. И. Царенко; Под ред. Ю. Г. Козырева. - М. : Машиностроение, 1988. - 239 с. : Ил.
2. Козырев Ю. Г. Промышленные роботы : справочник / Ю. Г. Козырев. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Машиностроение, 1988. - 391 с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Тимченко В. А. Роботизация сварочного производства. - Киев : Тэхника, 1988. - 175 с. : ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Лабораторный практикум «Программирование промышленных роботов на примере робота манипулятора фирмы KUKA»

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Лабораторный практикум «Программирование промышленных роботов на примере робота манипулятора фирмы KUKA»

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	«Климов, А. С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке : учебное пособие для вузов / А. С. Климов, Н. Е. Машнин. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 236 с. — ISBN 978-5-507-50440-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/433208 (дата обращения: 02.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.» (Климов, А. С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке : учебное пособие для вузов / А. С. Климов, Н. Е. Машнин. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — ISBN 978-5-507-50440-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/433208 (дата обращения: 02.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 1.).

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Техэксперт(04.02.2024)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	815 (36)	Компьютеры, интерактивная доска, проектор
Практические занятия и семинары	810-2 (36)	Промышленный робот манипулятор KUKA, компьютеры, интерактивная доска, проектор