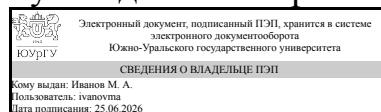


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



М. А. Иванов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.07 Программирование сварочных роботизированных комплексов
для направления 15.04.01 Машиностроение

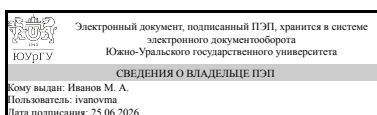
уровень Магистратура

форма обучения очная

кафедра-разработчик Оборудование и технология сварочного производства

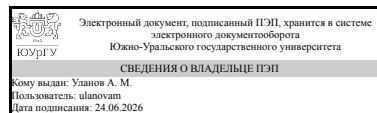
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1025

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



М. А. Иванов

Разработчик программы,
старший преподаватель



А. М. Уланов

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины "Программирование сварочных роботизированных комплексов" является подготовка специалистов направления 15.04.01 "Машиностроение" для решения актуальных производственно-технологических задач современного машиностроительного производства с высоким уровнем автоматизации и роботизации производства, направленную на оптимизацию технологических процессов сварки на сварочном роботе и согласованном с ним оборудовании, а также популяризацию внедрения роботизированных решений в производство на сборочно-сварочных операциях. Задачи: - изучить основы программирования движения робота и процесса сварки на роботе Fanuc; - изучить способы оптимизации технологии сборки и сварки за счет рационального использования возможностей робота и согласованного с ним оборудования.

Краткое содержание дисциплины

В рамках дисциплины "Программирование сварочных роботизированных комплексов" изучается: - устройство сварочного робота FANUC; - структура управляющей программы сварочного робота FANUC; - особенности программирования сварочного робота Fanuc, используемые при этом команды и функции; - утилиты для программирования сварочного процесса на роботе FANUC. - пульт обучения FANUC iPendant, ARC TOOL; - настройка системы дуговой сварки и оборудования для дуговой сварки, настройка маршрутов дуговой сварки; - коды сигналов об ошибке; причины возникновения и устранение ошибок; - тестирование программы; задание пробного рабочего цикла; пошаговое и непрерывное тестирование; - программирование сварочного цикла робота FANUC и согласованного с ним оборудования в Roboguide; - оптимизация рабочей программы Roboguide.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-12 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии	Знает: алгоритмы и современные системы автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения Умеет: применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения Имеет практический опыт: применения современных цифровых систем автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,
------------------------------------	---------------------------------

видов работ учебного плана	видов работ
ФД.03 Машинное обучение и анализ данных, 1.О.05 Компьютерные технологии в машиностроении	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.О.05 Компьютерные технологии в машиностроении	Знает: информационную концепцию научного процесса, современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения Умеет: подбирать соответствующий вариант компьютерных технологий и программные продукты для решения исследовательских и проектных задач в области машиностроения, применять современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения Имеет практический опыт: работы с промышленными программными продуктами компьютерных технологий при решении научных и производственных задач в области машиностроения, применения современных цифровых систем автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения
ФД.03 Машинное обучение и анализ данных	Знает: методы машинного обучения Умеет: применять методы машинного обучения для анализа данных технологических процессов ОМД, Сварки, наплавки Имеет практический опыт: проведения анализа данных методами машинного обучения

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч., 64,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	252	252
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32

Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	187,5	187,5
Изучение и конспектирование монографий и учебных пособий	177,5	177,5
Подготовка к экзамену	10	10
Консультации и промежуточная аттестация	16,5	16,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Программирование и оптимизация движения робота FANUC и согласованного с ним оборудования в сборочно-сварочном производстве.	48	0	32	16

5.1. Лекции

Не предусмотрены

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Знакомство с FANUC Roboguide. Основные возможности, проектирование сборочно-сварочного производства в Roboguide. Настройка системы управления сварочным роботом FANUC. Настройка систем координат сварочного робота FANUC: системы координат инструмента, системы координат пользователя, исходного положения сварочного робота FANUC.	2
2	1	Основы базового программирования сварочного робота FANUC в Roboguide: сохранение точек, сохранение точки TCP, создание пользовательской системы координат, задание режима сварки по прямолинейной и круговой траекториям, редактирование программы.	4
3	1	Настройка систем манипуляции. Ввод-вывод сварочного робота FANUC в Roboguide	4
4	1	Настройка системы координат инструмента сварочного робота, системы координат пользователя. Пульт обучения FANUC iPendant. Краткий обзор. Внешний вид, операции и органы управления. Настройка системы дуговой сварки. Настройка оборудования для дуговой сварки. Настройка маршрутов дуговой сварки.	4
5	1	Создание программы управления сварочным роботом FANUC в Roboguide. Создание и редактирование программы. Программирование траектории движения сварочного робота FANUC в Roboguide на примере сварки металлоконструкции. Команды. Команды дуговой сварки. Команда поджига дуги. Команда конца дуги. Команда скорости сварки	4
7	1	FANUC Roboguide: создание и редактирование программы. Программирование траектории движения сварочного робота FANUC в Roboguide на примере сварки "тонкостенной" металлоконструкции (продолжение работы). Утилиты ARC TOOL. Функция работы с несколькими единицами оборудования. Настройка, включение/выключение сварки в режиме работы с несколькими единицами оборудования. Создание	4

		новой программы в режиме работы с несколькими единицами оборудования. Настройка синхронизации поджига дуги для нескольких единиц оборудования. Функция поперечных колебаний. Настройка поперечных колебаний.	
8	1	Программирование сварочного цикла робота FANUC и согласованного с ним оборудования в Roboguide. Оптимизация рабочей программы Roboguide на примере сварки негабаритной металлоконструкции. Функция поперечных колебаний. Настройка поперечных колебаний.	4
9	1	Программирование сварочного цикла на роботе FANUC в Roboguide. Оптимизация рабочей программы Roboguide на примере сварки сварных узлов разной номенклатуры. Утилиты сварочного робота FANUC. Макрокоманда (настройка и выполнение). Функции сдвига: линейный, зеркальный, угловой. Функции сдвига при смене системы координат. Функция мягкого плавающего перемещения. Функция непрерывного вращения. Функция выполнения с опережающим просмотром регистра положения и т.д.	2
10	1	Программирование сварочного цикла многопроходной сварки, сварки корневого и облицовочного швов. Настройка поперечного колебания при сварки в Roboguide. Запоминание корневого прохода и многопроходная сварка. Примеры программирования.	2
11	1	Программирование сварочного цикла на роботе FANUC и согласованного с ним оборудования в Roboguide в соответствии с выбранной деталью. Оптимизация рабочей программы. Коды сигналов об ошибке. Причины возникновения и устранение ошибок. Останов и восстановление программы после ошибки. Тестирование программы. Задание пробного рабочего цикла. Пошаговое тестирование. Непрерывное тестирование.	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Отработка навыков обращения с пультом обучения FANUC iPendant при работе с роботизированным технологическим сварочным комплексом FANUC. Техника безопасности при работе со сварочным роботом.	2
2	1	Программирование сварки стыкового соединения С7 и сварного соединения С17 по ГОСТ 14771-76 на роботе FANUC	2
3	1	Программирование сварки углового соединения У4 по ГОСТ 14771-76 на сварочном роботе FANUC. Многопроходная сварка.	2
4	1	Программирование сварки углового соединения У6 с разделкой одной из сторон по ГОСТ 14771-76 на сварочном роботе FANUC. Многопроходная сварка с выполнением корневого и облицовочного швов.	2
5	1	Программирование сварки стыкового соединения толщиной более 20 мм с разделкой С17 по ГОСТ 14771-76 на роботе FANUC. Многопроходная сварка с выполнением корневого шва и облицовочным швом.	2
6	1	Программирование сложной сварочной траектории на роботе FANUC на примере приварки трубы и ребер жесткости к пластине.	2
7	1	Выполнение наплавки по сложной траектории на примере герба ЮУрГУ. Выбор оптимальной траектории движения.	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС

Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Изучение и конспектирование монографий и учебных пособий	Основные и дополнительные учебно-методические материалы (литература) к данной дисциплине	3	177,5
Подготовка к экзамену	Основные и дополнительные учебно-методические материалы (литература) к данной дисциплине	3	10

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	3	Текущий контроль	Практическое задание №1	1	5	Практические задания, выполняемые в ПО Roboguide проводятся в рамках текущего контроля в течение всего семестра. Задания построены таким образом, что каждое последующее задание идет на закрепление ранее изученного материала и с усложнением программируемых технологических задач. В рамках изучения дисциплины планируется проведение не менее 3 практических заданий. Максимальное количество баллов за практическое задание без замечаний: 5 баллов; каждое задание защищается преподавателю лично. Поскольку реализация практического задания требует от студента владение теоретическими знаниями об особенностях РТК, их проектировании и программировании. При устной защите своего задания студент может потерять от 1 до 3 баллов. Если студент допускает грубые ошибки при проектировании РТК и программировании движения, он не знает интерфейс программы ПО Roboguide и не способен исправить свои ошибки и/или объяснить, как необходимо было действовать в данной ситуации то его работа не зачитывается.	экзамен
2	3	Текущий контроль	Практическое задание №2	1	5	Практические задания, выполняемые в ПО Roboguide проводятся в рамках текущего	экзамен

					контроля в течение всего семестра. Задания построены таким образом, что каждое последующее задание идет на закрепление ранее изученного материала и с усложнением программируемых технологических задач. В рамках изучения дисциплины планируется проведение не менее 3 практических заданий. Максимальное количество баллов за практическое задание без замечаний: 5 баллов; каждое задание защищается преподавателю лично. Поскольку реализация практического задания требует от студента владение теоретическими знаниями об особенностях РТК, их проектировании и программировании. При устной защите своего задания студент может потерять от 1 до 3 баллов. Если студент допускает грубые ошибки при проектировании РТК и программировании движения, он не знает интерфейс программы ПО Roboguide и не способен исправить свои ошибки и/или объяснить, как необходимо было действовать в данной ситуации то его работа не зачитывается.		
3	3	Текущий контроль	Практическое задание №3	1	5	Практические задания, выполняемые в ПО Roboguide проводятся в рамках текущего контроля в течение всего семестра. Задания построены таким образом, что каждое последующее задание идет на закрепление ранее изученного материала и с усложнением программируемых технологических задач. В рамках изучения дисциплины планируется проведение не менее 3 практических заданий. Максимальное количество баллов за практическое задание без замечаний: 5 баллов; каждое задание защищается преподавателю лично. Поскольку реализация практического задания требует от студента владение теоретическими знаниями об особенностях РТК, их проектировании и программировании. При устной защите своего задания студент может потерять от 1 до 3 баллов. Если студент допускает грубые ошибки при проектировании РТК и программировании движения, он не знает интерфейс программы ПО Roboguide и не способен исправить свои ошибки и/или объяснить, как необходимо было действовать в данной ситуации то его работа не зачитывается.	экзамен

4	3	Бонус	Бонусное задание	-	15	Студент представляет копии документов, подтверждающие победу или участие в предметных олимпиадах по темам дисциплины. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. (в редакции приказов от 10.03.2022 № 25-13/09, от 02.09.2024 № 158-13/09)). Максимально возможная величина бонус-рейтинга +15 %.	экзамен
5	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	5	Экзамен проводится в форме устного ответа на вопросы, содержащиеся в билете. Каждый студент в порядке живой очереди вытягивает билет. В билете содержится 2 вопроса, из разных разделов, изучаемой дисциплины. Студент в течение 40 минут готовится к ответу. Студенты, готовые отвечать, подходят к преподавателю. Во время зачета студенту разрешено пользоваться его собственным конспектом при подготовке к ответу. Максимальное количество баллов, которое студент может набрать на экзамене, составляет 5 баллов. Студент получает 5 баллов, если: – полностью отвечает на вопросы билета, используя при ответе техническую терминологию; – в своем ответе использует логическое, последовательное изложение материала; – показывает глубокое знание материала. Студент получает 4 балла, если: – полностью отвечает на вопросы билета, используя при ответе техническую терминологию; – при ответе на вопросы билета допускает некоторые неточности в формулировке при этом, отвечает на уточняющие вопросы преподавателя; – показывает знание материала. Студент получает 3 балла, если: – не полностью отвечает на вопросы билета; – при ответе на вопросы билета допускает неточности в формулировке, допускает неточности при ответе на уточняющие вопросы преподавателя; – показывает поверхностное знание материала. Студент отправляется на пересдачу если: – студент не отвечает на вопросы билета; – студент показывает не знание материала. Если студент вытягивает сложный для него билет, то до начала подготовки к ответу, он может его заменить при этом максимальный балл, который студент	экзамен

					может получить: 4 балла. Оценка за дисциплину формируется на основе величины текущего рейтинга обучающегося по дисциплине: "Отлично" – величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %; "Хорошо" – величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %; "Удовлетворительно" – величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %; "Неудовлетворительно" – величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. (в редакции приказов от 10.03.2022 № 25-13/09, от 02.09.2024 № 158-13/09)). Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (экзамен или зачет) для улучшения своего итогового рейтинга по дисциплине. Оценка за дисциплину формируется на основе величины текущего рейтинга обучающегося по дисциплине: "Отлично" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %; "Хорошо" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %; "Удовлетворительно" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %; "Неудовлетворительно" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ОПК-12	Знает: алгоритмы и современные системы автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения	++	++	++	++	++
ОПК-12	Умеет: применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения	++	++	++	++	++
ОПК-12	Имеет практический опыт: применения современных цифровых систем автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения	++	++	++	++	++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Климов А. С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке : учеб. пособие для бакалавров по дисциплине "Роботизир. комплексы и автомат. линии" / А. С. Климов, Н. Е. Машнин. - 3-е изд., стер.. - Санкт-Петербург и др. : Лань, 2017. - 233 с. : ил.
2. Климов А. С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке : учеб. пособие / А. С. Климов, Н. Е. Машнин. - Изд. 2-е, испр. и доп.. - СПб. и др. : Лань, 2011. - 233 с. : ил.
3. Сварочные роботы / Под ред. Г. Гердена; Пер. с нем. Г. Н. Клебанова, Д. Г. Тесменицкого. - М. : Машиностроение, 1988. - 288 с. : ил.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Мехатроника, автоматизация, управление теорет. и приклад. науч.-техн. журн. Изд-во "Машиностроение" журнал. - М., 2002-
2. The Paton Welding Journal [Текст] науч.-техн. журн. The Nat. Acad. of Sciences of Ukraine ; The E.O. Paton Electric Welding Inst. of the NAS of Ukraine ; Intern. Assoc. "Welding" журнал. - Kyiv: International Association "Welding", 2001-
3. Автоматическая сварка междунар. науч.-техн. и произв. журн. Нац. акад. наук Украины, Ин-т электросварки им. Е. О. Патона, Междунар. ассоц. "Сварка" журнал. - Киев, 1948-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания для самостоятельной работы студента по дисциплине "Программирование сварочных роботизированных комплексов"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания для самостоятельной работы студента по дисциплине "Программирование сварочных роботизированных комплексов"

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ASCON-Компас 3D(бессрочно)
3. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	214(ТК) (Т.к.)	Компьютерный класс: ПО Roboguide
Лекции	214(ТК) (Т.к.)	Проектор
Лабораторные занятия	103(ТК) (Т.к.)	Робот сварочный FANUC с двух осевым позиционером