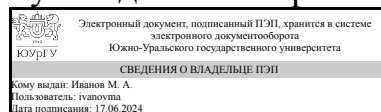


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



М. А. Иванов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

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

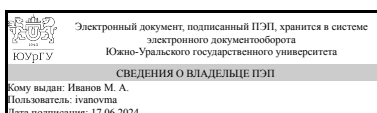
уровень Магистратура

форма обучения очная

кафедра-разработчик Оборудование и технология сварочного производства

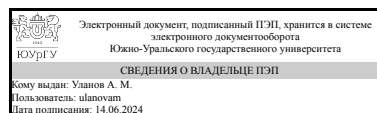
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1025

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 |
| 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 |

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость 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 |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 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 новой программы в режиме работы с несколькими единицами оборудования. Настройка синхронизации поджига дуги для нескольких единиц оборудования. Функция поперечных колебаний. Настройка поперечных колебаний. | 4 |
| 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 | 4 |

| | | | |
|----|---|---|---|
| | | колебаний. Настройка поперечных колебаний. | |
| 9 | 1 | Программирование сварочного цикла на работе 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 работе 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 работе 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 работе FANUC. Многопроходная сварка с выполнением корневого шва и облицовочным швом. | 2 |
| 6 | 1 | Программирование сложной сварочной траектории на работе 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- | 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 | <p>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.</p> <p>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.</p> | экзамен |
| 2 | 3 | Текущий контроль | Практическое задание №2 | 1 | 5 | <p>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.</p> | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------------------|---|----|---|---------|
| | | | | | | <p>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.</p> | |
| 3 | 3 | Текущий контроль | Практическое задание №3 | 1 | 5 | <p>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.</p> <p>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.</p> | экзамен |
| 4 | 3 | Бонус | Бонусное задание | - | 15 | <p>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</p> | экзамен |

| | | | | | | |
|--|---|--------------------------|---------|---|---|---------|
| | | | | | приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Максимально возможная величина бонус-рейтинга +15 %. | |
| 5 | 3 | Промежуточная аттестация | Экзамен | - | 5 | Экзамен |
| <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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 может получить: 4 балла.</p> | | | | | | |

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|------------------------------|--|-------------------------------|
| экзамен | При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 |

| | | |
|--|---|-----------|
| | учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) | 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:

Не предусмотрена

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

| № | Вид | Наименование | Библиографическое описание |
|---|-----|--------------|----------------------------|
|---|-----|--------------|----------------------------|

| | литературы | ресурса в электронной форме | |
|---|---------------------------|---|---|
| 1 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Подураев, Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.В. Подураев. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2007. — 256 с. https://e.lanbook.com/book/806 |
| 2 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Сырямкин, В.И. Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Сырямкин. — Электрон. дан. — Томск : ТГУ, 2016. — 524 с. https://e.lanbook.com/book/106130 |
| 3 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Горбенко, Т.И. Основы мехатроники и робототехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.И. Горбенко, М.В. Горбенко. — Электрон. дан. — Томск : ТГУ, 2012. — 126 с. https://e.lanbook.com/book/44908 |

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 |
|---------------------------------|-------------------|--|
| Лекции | 214(тк) (Т.к.) | Проектор |
| Лабораторные занятия | 103(тк) (Т.к.) | Робот сварочный FANUC с двух осевым позиционером |
| Практические занятия и семинары | 214(тк) (Т.к.) | Компьютерный класс: ПО Roboguide |