

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

11.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФТД.2.1 Программирование устройств ЧПУ

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

15.04.06 Мехатроника и робототехника

Квалификация выпускника

Магистр

(бакалавр/магистр/специалист)

Программа магистратуры

Проектирование и автоматизация управления системами
мехатроники

Курс 1
Семестр 2

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	16	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	32	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	48	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	60	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	2	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Программу составили:

доцент	МиМ	СОГЛАСОВАНО	Н.А. Крысь
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра машиностроения и материаловедения

(наименование кафедры)		
07.02.2024	протокол №	7
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Макаров Д.Е., ведущий инженер-конструктор АО «Марийский машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-4 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов	ОПК-4.1 Знать: ведущих отечественных и зарубежных производителей средств автоматизации и механизации производственных процессов	знания: видов систем ЧПУ, промышленных роботов. умения: навыки:
	ОПК-4.2 Уметь: использовать современные информационные технологии и программные средства при математическом моделировании технологических процессов	знания: умения: апробировать управляющие программы. навыки:
	ОПК-4.3 Владеть: методикой проверки соответствия разрабатываемых средств автоматизации и механизации производственных процессов современному уровню развития техники и технологии, а также структурой технологических процессов	знания: умения: навыки: написания управляющих программ, в том числе для управления промышленными роботами.
2. ОПК-11 Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных	ОПК-11.1 Знать: технологические возможности средств автоматизации и механизации производственных процессов	знания: технологические возможности средств автоматизации и механизации производственных процессов на примере станков с ЧПУ. умения: навыки:

цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	ОПК-11.2 Уметь: организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем	знания: умения: проектировать устройств и подсистем ЧПУ. навыки:
	ОПК-11.3 Владеть: навыками проверки эскизных и технических проектов, рабочих чертежей средств автоматизации и механизации производственных процессов	знания: умения: навыки: контроля управляющих программ.

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является факультативной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Основы проектирования мехатронных систем (ОПК-11)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Преддипломная практика (ОПК-4), Преддипломная практика (ОПК-11); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-4), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция, проблемная лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Программирование устройств ЧПУ	108	ОПК-11, ОПК-4
Лекция. Числовое программное управление: основные понятия и определения.	4	
Лекция. Основные элементы станков с ЧПУ.	4	
Лекция. Виды систем ЧПУ, их преимущества и недостатки. Примеры применения.	4	
Лекция. Виды и конструкции промышленных роботов, особенности их систем ЧПУ.	4	
Практическое занятие. Особенности управления станками с ЧПУ. Изучение системы управления токарного станка 16К20Ф3 с системой ЧПУ МАЯК 622. Написание управляющих программ.	10	
Практическое занятие. Изучение системы ЧПУ типа Fanuc для фрезерных станков, написание управляющих программ.	6	
Практическое занятие. Написание и апробация управляющей программы для получения и анализа данных с датчика положения станка с ЧПУ.	4	
Практическое занятие. Написание управляющих программ для управления мобильными роботами.	6	
Практическое занятие. Написание управляющих программ для управления промышленных роботов машиностроительного назначения.	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельное изучение тем: -написание и апробация управляющей программы для шагового электродвигателя -написание и апробация управляющей программы для электродвигателя постоянного тока	60	
Иная контактная работа:	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом

практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Программирование операций механообработки деталей машин на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах [Текст] : [учебник по направлениям: "Машиностроение", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств" и др.] / [В. А. Тимирязев и др.] ; под ред. В. А. Тимирязева; М-во образования и науки Рос. Федерации, [ФГБОУ ВО: Моск. гос. технол. ун-т "Станкин", "Поволж. гос. технол. ун-т"]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 323 с. ISBN 978-5-8158-1757-9. Экземпляры: всего 34.	34
2.	Кузьмин, Александр Васильевич. Основы программирования систем числового программного управления [Текст] : учебное пособие : [по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / А. В. Кузьмин, А. Г. Схиртладзе. 2-е изд., перераб. и доп. Старый Оскол: ТНТ, 2017. - 239 с. ISBN 978-5-94178-337-3. Экземпляры: всего 15.	15
3.	Хапов, Павел Викторович. Технологическое оборудование автоматизированных производств [Текст] : лабораторный практикум / П. В. Хапов, В. Д. Щепин; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2012. - 123 с. ISBN 978-5-8158-0969-7. Экземпляры: всего 49.	49 / https://portal.volgatech.net/books/Хапов_Technologicheskoe_oborudovanie.pdf
4.	Александров, А. М. Технология автоматизированного машиностроения. Технологическая подготовка, оснастка, наладка и эксплуатация многооперационных станков с	https://e.lanbook.com/book/174961

	ЧПУ [Электронный ресурс] / Александров А. М., Зубарев Ю. М., Приемышев А. В., Юрьев В. Г. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 264 с. ISBN 978-5-8114-7288-8.	
5.	Звонцов, И. Ф. Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ [Электронный ресурс] / Звонцов И. Ф., Иванов К. М., Серебrenицкий П. П. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 588 с. ISBN 978-5-507-48581-9.	https://e.lanbook.com/book/356159
6.	Балла, О. М. Инструментoобеспечение современных станков с ЧПУ [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Балла О. М. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 200 с. ISBN 978-5-507-45841-7.	https://e.lanbook.com/book/288794

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	209 (VI)	Доска аудиторная трехстворчатая (1), Крепление для м/м проектора универсальное (штанга 610-930 мм) (1), Ноутбук Acer Aspire 3 A315-42 (1), Персональный компьютер (1), ПК(сист.бл,клав,мышь (1), опт,ковр,монит22" View Sonic TFT VA2216W-4+спец.монит 19" (12), Проектор BENQ MW529 (1), Сейф/шкаф (2), Сет.карта D-Link DES-1024D+Switch (1), СТАНОК МЕТАЛЛОРЕЖ (1), СТАНОК МЕТАЛЛОРЕЖ. (1), Стенд информационный 1100x1200x20 (1), Экран настенный рулонный 200x200 см (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1. Условная запись структуры и расположения слов в кадре УП с максимальным числом слов, называют ...

- А) Формат кадра УП (формат кадра) Б) Главный кадр
В) Кадр управляющей программы (кадр) Г) Слово УП (слово)

2. Точка, принятая за начало координат станка, называют ...

- А) Фиксированная точка станка Б) Точка начала обработки
В) Нулевая точка станка Г) Исходная точка станка

3. Изменение с пульта управления запрограммированных координат (координаты) рабочего органа станка, называют ...

- А) Значение коррекции положения инструмента Б) Коррекция инструмента
В) Коррекция скорости главного движения Г) Коррекция скорости подачи

4. Точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для начала работы по УП, называют ...

- А) Нулевая точка детали Б) Плавающий нуль
В) Исходная точка станка Г) Нулевая точка станка

5. Изменение с пульта оператора запрограммированного значения скорости главного движения станка, называют ...

- А) Коррекция скорости главного движения Б) Коррекция скорости подачи

- В) Значение коррекции положения инструмента Г) Коррекция инструмента
6. Расстояние по нормали к заданному контуру перемещения фрезы, на которое следует дополнительно переместить центр фрезы
- А) Значение коррекции длины инструмента
- Б) Коррекция скорости главного движения
- В) Значение коррекции диаметра фрезы
- Г) Коррекция скорости подачи
7. Функционирование УЧПУ, при котором на программоносителе или в запоминающем устройстве УЧПУ обнаруживается заданный кадр УП по его номеру или специальному признаку, называют ...
- А) Вывод УП Б) Редактирование УП
- В) Ввод УП Г) Поиск кадра в УП
8. Точка расчетной траектории, в которой происходит изменение условий протекания технологического процесса, называют ...
- А) Геометрический элемент Б) Опорная технологическая точка
- В) Опорная точка Г) Расчетная траектория
9. Траектория, теоретическая аппроксимированная относительная траектория центра инструмента, называют ...
- А) Геометрический элемент Б) Опорная геометрическая точка
- В) Опорная технологическая точка Г) Расчетная траектория
10. Разность между двумя ближайшими программируемыми числовыми величинами, называют ...
- А) Чувствительность системы управления Б) Шаг программирования
- В) Точность позиционирования Г) Ось координат станка с ЧПУ

Критерии оценивания итогового теста

В тесте 10 вопрос, цена 1-ого ответа - 1 балл

9-10 баллов – «отлично»

7-8 баллов – «хорошо»

6 баллов – «удовлетворительно»

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

11. Применение числового программного управления (ЧПУ) станком.
12. ЧПУ и его виды. Позиционное ЧПУ.
13. ЧПУ и его виды. Контурное ЧПУ станком.
14. ЧПУ и его виды. Адаптивное ЧПУ станком.
15. ЧПУ и его виды. Групповое управление ЧПУ станками.
16. Система числового программного управления (СЧПУ).

17. Система ЧПУ и ее компоненты. Устройство числового программного управления (УЧПУ).
18. Система ЧПУ и ее компоненты. Аппаратное устройство ЧПУ.
19. Система ЧПУ и ее компоненты. Программное устройство ЧПУ.
20. Система ЧПУ и ее компоненты. Программное обеспечение системы ЧПУ.
21. Управляющая программа (УП).
22. Управляющая программа станков с ЧПУ. Ручная подготовка управляющих программ (УП).
23. Управляющая программа станков с ЧПУ. Автоматизированная подготовка управляющих программ (УП).
24. Управляющая программа станков с ЧПУ. Программоносители.
25. Компоненты управляющей программы станков с ЧПУ. Кадр управляющей программы. Номер кадра УП. Формат кадра УП. Главный кадр.
26. Компоненты управляющей программы станков с ЧПУ. Слово УП. Адрес ЧПУ. Данные УП.
27. Способы задания размеров у станков с ЧПУ. Абсолютный размер.
28. Способы задания размеров у станков с ЧПУ. Размер в приращении.
29. Автоматическая работа системы устройства ЧПУ.
30. Работа системы ЧПУ с пропуском кадров.
31. Работа системы управления станков с ЧПУ. Ускоренная отработка УП.
32. Работа системы управления станков с ЧПУ. Покадровая работа.
33. Работа системы (устройства) ЧПУ с ручным вводом данных.
34. Работа системы ЧПУ с ручным управлением (ручное управление)
35. Работа системы управления станков с ЧПУ. Зеркальная отработка.
36. Способы задания размеров у станков с ЧПУ. Ввод УП. Вывод УП.
37. Способы задания размеров у станков с ЧПУ. Поиск кадра в УП. Редактирование УП.
38. Основные нулевые точки станков с ЧПУ. Нулевая точка станка. Исходная точка станка. Фиксированная точка станка.
39. Основные нулевые точки станков с ЧПУ. Точка начала обработки. Нулевая точка детали. Плавающий нуль.
40. Коррекция инструмента. Значение коррекции положения инструмента.
41. Коррекция скорости главного движения.
42. Значение коррекции длины инструмента. Значение коррекции диаметра фрезы.
43. Задающая информация в станках с ЧПУ. Задающая информация (программа управления).
44. Задающая информация в станках с ЧПУ. Геометрическая информация.
45. Задающая информация в станках с ЧПУ. Технологическая информация.
46. Информация обратной связи в станках с ЧПУ. Информация возмущения.

47. Информация обратной связи в станках с ЧПУ. Информация обратной связи (ИОС). Датчики обратной связи (ДОС).
48. Системы управления разомкнутые (без обратной связи, с разомкнутой цепью, циклические, жесткие, программные).
49. Системы управления замкнутые (с замкнутой цепью, с обратной связью, рефлекторные, ациклические).
50. Интерполяция. Аппроксимация. Алгоритм.
51. Опорная точка. Опорная геометрическая точка. Опорная технологическая точка.
52. Геометрический элемент. Расчетная траектория.
53. Ось координат станка с ЧПУ. Управляемая координата.
54. Шаг программирования. Чувствительность системы управления.
55. Точность позиционирования. Центр инструмента. Эквидистанта.
56. Контурная скорость. Дискретность задания перемещения. Дискретность отработки перемещения.