

Компонент ОПОП 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и

производств  
наименование ОПОП

Б1.О.11  
шифр дисциплины

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Дисциплины  
(модуля)

Числовое программное управление

Разработчик (и):

Кайченов А.В.  
ФИО

Заведующий кафедрой  
должность

Д-р. техн. наук, доцент  
ученая степень, звание

Утверждено на заседании кафедры

Автоматики и вычислительной техники  
наименование кафедры

протокол №4 от 23.01.2025 г.

Заведующий кафедрой

  
подпись

А.В. Кайченов  
ФИО

Мурманск 2025

## 1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции <sup>1</sup>	Результаты обучения по дисциплине (модулю) <sup>2</sup>			Соответствие Кодексу ПДНВ <sup>3</sup>	Оценочные средства текущего контроля <sup>4</sup>	Оценочные средства промежуточной аттестации <sup>5</sup>
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>			
ОПК-12  Способен разрабатывать и оптимизировать алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования технологических процессов, создавать программы изготовления деталей и узлов различной сложности на станках с числовым программным управлением, проектировать алгоритмы функционирования гибких производственных систем.	ИД-2ОПК-12 Создает программы изготовления деталей и узлов различной сложности на станках с числовым программным управлением	устройство современных станков с числовым программным управлением (ЧПУ), способы управления станками с ЧПУ	осуществлять проектирование или модернизацию производственных и технологических процессов с использованием систем подготовки производства (САМ-системами)	навыками разработки и практической реализации систем с ЧПУ	н/д	- комплект заданий для выполнения лабораторных и практических работ; - тестовые задания; - типовые задания по вариантам для выполнения расчетно-графической работы	Экзаменационные билеты Результаты текущего контроля

<sup>1</sup> Указываются только те индикаторы, которые закреплены за дисциплиной (модулем) в соответствии с РПД

<sup>2</sup> В соответствии с РПД

<sup>3</sup> Для специальных дисциплин образовательных программ в области подготовки членов экипажей морских судов (для остальных образовательных программ столбец можно удалить)

<sup>4</sup> Указать только те оценочные средства, которые применяются для текущего контроля по дисциплине(модулю)

<sup>5</sup> Указать только те оценочные средства, которые применяются при промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

## 2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения)	Шкала и критерии <sup>6</sup> оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)			
	Ниже порогового («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
<b>Полнота знаний</b>	Уровень знаний устройства станков с ЧПУ ниже минимальных требований. При проверке знаний имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний устройства станков с ЧПУ. При проверке знаний допущены негрубые ошибки.	Уровень знаний устройства станков с ЧПУ в достаточном объеме, соответствующем программе подготовки. При проверке знаний допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний устройства станков с ЧПУ в полном объеме.
<b>Наличие умений</b>	При выполнении типовых заданий по проектированию процессов с использованием САМ-систем не продемонстрированы основные умения. Основные задания не выполнены или выполнены с грубыми ошибками.	Продемонстрированы основные умения. Выполнены типовые задания по проектированию процессов с использованием САМ-систем с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продемонстрированы все основные умения по проектированию процессов с использованием САМ-систем. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения по проектированию процессов с использованием САМ-систем. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объеме без недочетов.
<b>Наличие навыков (владение опытом)</b>	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки разработки и реализации систем с ЧПУ. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков разработки и реализации систем с ЧПУ для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки разработки и реализации систем с ЧПУ при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы все основные навыки разработки и реализации систем с ЧПУ при выполнении стандартных заданий без ошибок и погрешностей. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
<b>Характеристика сформированности компетенции</b>	Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.  ИЛИ Зачетное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач.  ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач.  ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач.  ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону

<sup>6</sup> Критерии могут быть уточнены/изменены на усмотрение разработчика ФОС

### 3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

#### 3.1 Критерии и шкала оценивания лабораторных/практических работ

Перечень лабораторных/практических работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МГТУ.

Оценка/баллы <sup>7</sup>	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Хорошо</i>	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. ИЛИ Задание не выполнено.

#### 3.2 Критерии и шкала оценивания расчетно-графической работы

Перечень контрольных заданий, рекомендации по выполнению представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МГТУ.

В ФОС включен типовой вариант расчетно-графической работы.

Необходимо обосновать выбор контроллеров, датчиков, а также исполнительных механизмов для:

- системы управления станка с ЧПУ на базе драйверов шаговых двигателей фирмы Autonics
- системы управления станка с ЧПУ на базе драйверов шаговых двигателей PLC230EU"
- системы управления станка с ЧПУ на базе драйвера СШД PLDS880
- системы управления станка с ЧПУ на базе драйвера PMSM серводвигателей
- системы управления привода шпинделя станка с ЧПУ на базе частотного преобразователя
- системы управления станка с ЧПУ на базе серводвигателей Dynamixel
- вариант задания предложенный обучающимся, согласованный с преподавателем.

<sup>7</sup> Шкала оценивания определяется разработчиком ФОС

Оценка/баллы <sup>8</sup>	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Работа выполнена полностью, без ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием непонимания материала).
<i>Хорошо</i>	Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна негрубая ошибка или два-три недочета, не влияющих на правильную последовательность рассуждений.
<i>Удовлетворительно</i>	В работе допущено более одной грубой ошибки или более двух-трех недочетов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.
<i>Неудовлетворительно</i>	В работе есть грубые ошибки и недочеты ИЛИ Контрольная работа не выполнена.

#### 4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

##### 4.1 Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) с экзаменом

Для дисциплин (модулей), заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена:

В ФОС включен список вопросов и заданий к экзамену и типовой вариант экзаменационного билета:

1. Основы числового программного управления. Отличие станка с ЧПУ от станка с ручным управлением. Преимущества от использования станков с ЧПУ.
2. Конструкция и принцип работы шагового электродвигателя и серводвигателя.
3. Основные составляющие СЧПУ. Подсистема обратной связи.
4. Язык для программирования обработки на станках с ЧПУ.
5. Основные правила техники безопасности при эксплуатации станков с ЧПУ.
6. Основы фрезерной обработки. Программирование обработки.
7. Пример программы для фрезерного станка с ЧПУ.
8. Станочная система координат. Управление станком с ЧПУ.
9. Определения: базовая точка для шпинделя, рабочее смещение, компенсация длины инструмента.
10. Программирование в абсолютных и относительных координатах.
11. Ускоренное перемещение. Команда G00.
12. Отличия команд G01 и G00.
13. Отличия команд G02 и G03.
14. Круговая интерполяция.
15. Основные M-коды.
16. Отличия команд M03 и M04.
17. Отличия команд M30 и M02.

<sup>8</sup> Шкала оценивания определяется разработчиком ФОС

18. Отличия команд M00 и M01.
19. Структура управляющей программы. Постоянные циклы станка с ЧПУ.
20. Кадр УП. Номера кадров
21. Функциональные группы кодов.
22. Модальные и немодальные G-коды.
23. Постоянные циклы.
24. Основные циклы сверления.
25. Цикл прерывистого сверления.
26. Подпрограммы. Отличие внутренних подпрограмм от внешних под-программ.
27. Классификация систем управления. Современный мировой уровень архитектурных решений в области ЧПУ.
28. Особенности систем CNC и PCNC-1, PCNC-2, PCNC-3, PCNC-4
29. Открытое управление.
30. Обзор комплекса производственных стандартов STEP .
31. Особенности систем STEP-NC.
32. Модульная архитектура систем ЧПУ на прикладном уровне.
33. Открытая архитектура систем управления
34. Виртуальная модель PC-подсистемы ЧПУ.
35. Проблема реального времени в системах управления.
36. Постановка задачи в системах управления.
37. Особенности управления электроавтоматикой станков с ЧПУ.
38. Язык EXPRESS.
39. Процессы и ресурсы в STEP-NC.
40. Задачи числового программного управления.
41. Технологии разработки программного обеспечения систем управле-ния.
42. Методика программирования станков с ЧПУ.

Оценка	Критерии оценки ответа на экзамене
<i>Отлично</i>	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области, использует при ответе ссылки на материал специализированных источников, в том числе на Интернет-ресурсы.
<i>Хорошо</i>	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
<i>Удовлетворительно</i>	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.
<i>Неудовлетворительно</i>	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний.

	Нет ответа на поставленный вопрос.
--	------------------------------------

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» - 20 баллов, «4» - 15 баллов, «3» - 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля.

Итоговая оценка по дисциплине (модулю)	Суммарные баллы по дисциплине (модулю), в том числе <sup>9</sup>	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	91 - 100	Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан
<i>Хорошо</i>	81-90	Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан
<i>Удовлетворительно</i>	70- 80	Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан
<i>Неудовлетворительно</i>	69 и менее	Контрольные точки не выполнены или не сдан экзамен

### 5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней и внешней независимой оценки качества образования

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: *тестовые задания*<sup>10</sup>

#### Комплект заданий диагностической работы

<b><i>ОПК-12 Способен разрабатывать и оптимизировать алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования технологических процессов, создавать программы изготовления деталей и узлов различной сложности на станках с числовым программным управлением, проектировать алгоритмы функционирования гибких производственных систем.</i></b>	
1	Какой язык для программирования обработки на станках с ЧПУ сегодня является наиболее популярным? a. C++ b. FBD c. Pascal d. ST e. Java f. Python g. G и M-коды

<sup>9</sup> Баллы соответствуют технологической карте

<sup>10</sup> Письмо Минобрнауки России от 28.02.2022 № МН-5/339 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями по применению аккредитационных показателей по образовательным программам высшего образования, утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25 ноября 2021 г. № 1094»)

2	<p>Какой тип двигателей является самым распространенным станках с ЧПУ?</p> <p>a. шаговые двигатели;</p> <p>b. двигатели постоянного тока без обратной связи;</p> <p>c. двигатели переменного тока без обратной связи</p> <p>d. двигатели с постоянными магнитами.</p>
3	<p>Глубиной фрезерования называется</p> <p>a. величина относительного перемещения фрезы или рабочего стола с заготовкой за одну минуту.</p> <p>b. расстояние между обработанной и необработанной поверхностями, измеряемое вдоль оси фрезы.</p> <p>c. называется величина срезаемого припуска, измеренная в радиальном направлении, или ширина контакта заготовки и инструмента.</p> <p>d. объем удаляемого материала в единицу времени, определяемый глубиной, шириной обработки и величиной подачи.</p>
4	<p>Производительностью снятия материала называется</p> <p>a. величина относительного перемещения фрезы или рабочего стола с заготовкой за одну минуту.</p> <p>b. расстояние между обработанной и необработанной поверхностями, измеряемое вдоль оси фрезы.</p> <p>c. называется величина срезаемого припуска, измеренная в радиальном направлении, или ширина контакта заготовки и инструмента.</p> <p>d. объем удаляемого материала в единицу времени, определяемый глубиной, шириной обработки и величиной подачи.</p>
5	<p>Кадр с кодом G01 X10. Y20. F100 означает</p> <p>a. Линейную интерполяцию</p> <p>b. Круговую интерполяцию</p> <p>c. Ускоренное перемещение</p>
6	<p>Кадр с кодом G82 X10. Y20. Z-5. R1. P2. F30 означает</p> <p>a. Цикл сверления</p> <p>b. Цикл сверления с задержкой на дне отверстия</p> <p>c. Прерывистый цикл сверления</p> <p>d. Цикл растачивания отверстия</p>

7

Выберете правильный кадр управляющей программы для перемещения инструмента из точки А в точку В

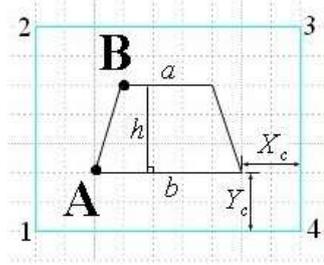


Рис.1

Чтобы не указывать в управляющей программе параметр F, установите все значения рабочих подач равными нулю или нажмите кнопку "F = 0".

Центр координат находится в точке:  1  2  3  4

Движение инструмента:  по линии  слева от линии  справа от линии

Направление обхода контура:  по часовой стрелке  против часовой стрелки

Основание трапеции a:  Основание трапеции b:

Высота равнобедренной трапеции h:

Диаметр фрезы:

Общая глубина резания:  Глубина резания за проход:

Рабочая подача (X,Y G00):  Рабочая подача (X,Y G01):

Рабочая подача (Z G00):  Рабочая подача (Z G01):

Расстояние Xc:  Расстояние Yc:

Перемещение к точке начала обработки производить при значении Z:

- a. G01 X-6 Y1 F50
- b. G01 X-5.5 Y4.8
- c. G01 X-1.5 Y4.8
- d. G01 X-1 Y1

8

Выберете правильный кадр управляющей программы для перемещения инструмента из точки А в точку В

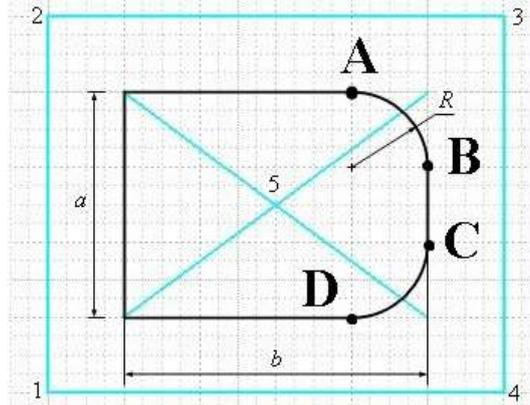


Рис.1

Чтобы не указывать в управляющей программе параметр F, установите все значения рабочих подач равными нулю или нажмите кнопку "F = 0".

Центр координат находится в точке:  1  2  3  4  5

Движение инструмента:  по линии  слева от линии  справа от линии

Направление обхода контура:  по часовой стрелке  против часовой стрелки

Значение a:	<input type="text" value="5"/>	Значение b:	<input type="text" value="6"/>
Радиус R:	<input type="text" value="1.5"/>		
Диаметр фрезы:	<input type="text" value="2"/>		
Общая глубина резания:	<input type="text" value="1.00"/>	Глубина резания за проход:	<input type="text" value="1.00"/>
Рабочая подача (X,Y G00):	<input type="text" value="70"/>	Рабочая подача (X,Y G01):	<input type="text" value="50"/>
Рабочая подача (Z G00):	<input type="text" value="70"/>	Рабочая подача (Z G01):	<input type="text" value="50"/>
Расстояние Xc:	<input type="text" value="2"/>	Расстояние Yc:	<input type="text" value="3"/>
Перемещение к точке начала обработки производить при значении Z:			<input type="text" value="0.5"/>

- G02 X3 Y1 J-1.5
- G02 X1.5 Y-2.5 I-1.5
- G02 X-0.5 Y2 I0 J2 F50
- G02 X0.5 Y-2 I0 J-2

9

Выберете правильный кадр управляющей программы для перемещения инструмента из точки В в точку С

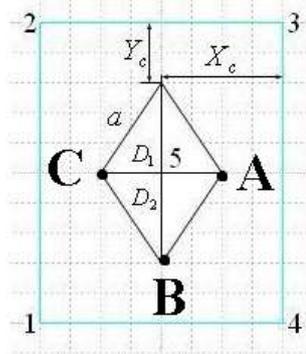


Рис.1

Чтобы не указывать в управляющей программе параметр F, установите все значения рабочих подач равными нулю или нажмите кнопку "F = 0".

Центр координат находится в точке:  1  2  3  4  5

Движение инструмента:  по линии  слева от линии  справа от линии

Направление обхода контура:  по часовой стрелке  против часовой стрелки

Диагональ ромба D<sub>1</sub>:  Диагональ ромба D<sub>2</sub>:

Диаметр фрезы:

Общая глубина резания:  Глубина резания за проход:

Рабочая подача (X,Y G00):  Рабочая подача (X,Y G01):

Рабочая подача (Z G00):  Рабочая подача (Z G01):

Расстояние Xc:  Расстояние Yc:

Перемещение к точке начала обработки производить при значении Z:

- G01 X-1.5 Y-6 F50
- G01 X-4 Y-10
- G01 X-6.5 Y-6
- G01 X-4 Y-2

10 Выберите правильный кадр управляющей программы для перемещения инструмента из точки А в точку В

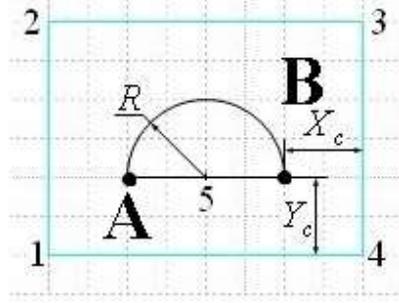


Рис.1

Чтобы не указывать в управляющей программе параметр F, установите все значения рабочих подач равными нулю или нажмите кнопку "F = 0".

Центр координат находится в точке:  1  2  3  4  5

Движение инструмента:  по линии  слева от линии  справа от линии

Направление обхода контура:  по часовой стрелке  против часовой стрелки

Радиус окружности R:

Диаметр фрезы:

Общая глубина резания:  Глубина резания за проход:

Рабочая подача (X,Y G00):  Рабочая подача (X,Y G01):

Рабочая подача (Z G00):  Рабочая подача (Z G01):

Расстояние Xc:  Расстояние Yc:

Перемещение к точке начала обработки производить при значении Z:

- a. G02 X3 Y1 J-1.5
- b. G02 X1.5 Y-2.5 I-1.5
- c. G02 X-0.5 Y2 I0 J2 F50
- d. G02 X0.5 Y-2 I0 J-2
- e. G02 X-2 I4