

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

**Методические рекомендации**

по организации и выполнению самостоятельной работы по дисциплине  
**«ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ»**

для магистрантов направления подготовки: 15.04.05 – Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительного производства

Составитель:  
профессор кафедры ТМС Гусев В. Г.

Владимир, 2015

Методические указания содержат рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ» для магистров ВлГУ направления подготовки: 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства.

Методические рекомендации составлены на основе требований ФГОС ВО и ОПОП направления подготовки: 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства, рабочей программы дисциплины «Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ»

В качестве рекомендаций для организации эффективной работы студентов использованы методические пособия ведущих вузов России.

Рассмотрены и одобрены на заседании  
кафедры Технология машиностроения.  
Протокол № 6 от 9.02.2015 г.

**Рукописный фонд кафедры ТМС ВлГУ**

**Оглавление**

Введение.....	4
1.Рекомендации по изучению дисциплины.....	5
2.Задание для выполнения самостоятельной работы по разделу 1.....	10
3.Задание для выполнения самостоятельной работы по разделу 2.....	11
4.Задание для выполнения самостоятельной работы по разделу 3.....	11
5.Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	11
Список рекомендованной литературы.....	12

## Введение

Самостоятельная работа магистрантов включает в себя изучение теоретического материала дисциплины, подготовку к практическим занятиям и выполнению лабораторных работ. Практические занятия и лабораторные работы проводятся при непосредственном участии и консультациях преподавателя, поэтому освоение этих разделов дисциплины не вызывает затруднений.

Сложнее обстоит дело с самостоятельным изучением теоретического материала дисциплины. Сложность этой работы для магистранта во многом зависит от уровня его стартовой подготовки, его целеустремленности и умения организовать системную работу над материалом. В этом плане рекомендуется при изучении дисциплины «Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ» отвести хотя бы 3 дня в неделю, поскольку редкое обращение к изучаемому материалу приводит к утрате полученных ранее знаний и снижению эффективности процесса обучения в целом. Успешное освоение дисциплины гарантировано при условии ответственного отношения магистранта к СРС.

В настоящих рекомендациях рассмотрены методические аспекты изучения теоретического материала дифференцировано по каждой теме дисциплины.

При изучении теоретического курса дисциплины «Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ» необходимы базовые знания в объеме университетских программ по высшей математике, основам технологии машиностроения, металлорежущим станкам, режущему инструменту и технологии машиностроения.

Достаточность уровня подготовки магистранта можно оценить при проведении практических и лабораторных работ, а при обнаружении недостаточной подготовки по какой-либо вышеназванной дисциплине преподавателем будет акцентирована необходимость в дополнительной проработке магистрантом того или иного материала. Стимулом для серьезного изучения этой дисциплины является острый дефицит технологов-программистов в отечественном машиностроении и высокая оплата их труда.

## 1.Рекомендации по изучению дисциплины

При изучении тем «Введение. Системы координат в станках с ЧПУ. Сдвиг нуля станка, эквидистанта движения инструмента. Программирование подготовительных и вспомогательных функций.

Программирование функции инструмента и режима резания» рекомендуется уяснить основные термины и определения, актуальность изучаемой дисциплины и ее место среди других специальных наук машиностроительного профиля.

Понятийный аппарат включает в себя также термины и определения: управляющая программа (УП), позиционное ЧПУ (позиционное управление), контурное ЧПУ станком (контурное управление), программоноситель, программное обеспечение системы ЧПУ (программное обеспечение), устройство числового программного управления (УЧПУ), система числового программного управления (СЧПУ), кадр управляющей программы, абсолютный размер, размер в приращении, редактирование УП (редактирование). Все указанные термины и определения раскрыты в [1, С. 8 – 14].

Правильный выбор нуля детали и системы координат программы позволит существенно упростить управляющую программу, что сократит время не только технолога-программиста, но, что особенно важно, уменьшить вспомогательное время на выполнение холостых ходов рабочих органов станка в процессе отработки управляющей программы. Для освоения этой темы рекомендуется использовать [1, С.24 – 34, 86 – 90; 2, 22 – 24].

Разработка эквидистанты движения режущего инструмента рассмотрена в [4, С.4 - 18]. При проработке этой темы следует обратить внимание на тот факт, что суммарная длина пути режущего инструмента должна быть минимальной.

Это позволит повысить производительность станка с ЧПУ, а, следовательно, эффективность его использования.

В процессе изучения программирования с использованием адресов подготовительных и вспомогательных функций, функций режущего инструмента и режима резания рекомендуется больше уделять внимания решению практических задач и анализу действующих верифицированных программных продуктов. Этот материал рассмотрен в [1, С.86 – 92; 2, С.171 – 173; 4, С. 38 – 47].

При изучении тем: «Программирование постоянных циклов токарной обработки с главного шпинделя, постоянных циклов токарной обработки приводным инструментом уясните, для чего нужны постоянные стандартные циклы в принципе.

Изучите методику программирования постоянных циклов токарной обработки с использованием главного шпинделя и приводного режущего инструмента.

Рекомендуется уяснить основное отличие постоянных циклов механической обработки заготовок с использованием главного шпинделя и шпинделей приводного режущего инструмента.

Следует обратить внимание на рабочие движения режущего инструмента и заготовки в процессе выполнения циклов обработки с главного шпинделя и приводного инструмента.

В достаточной мере стандартные циклы механической обработки деталей на многофункциональных токарных станках с ЧПУ изложены в литературных источниках [1, С.93 – 150, 4, С. 82 – 96].

При программировании постоянных циклов токарной обработки с использованием приводного режущего инструмента следует выяснить какие из позиций револьверной головки станка являются приводными и какими режущими инструментами можно оперировать на каждой из приводных позиций.

Следует выяснить, как передается функция главного движения резания с главного шпинделя станка приводному режущему инструменту и какая дополнительная ось должна быть задействована для реализации постоянных стандартных циклов при использовании приводного режущего инструмента.

Как реализуется движение круговой подачи заготовки при фрезеровании плоскостей на предварительно обработанной цилиндрической поверхности детали, закрепленной в приспособлении токарного станка с ЧПУ.

Вышеотмеченные принципиальные отличия в рабочих движениях режущего инструмента и заготовки при реализации операций механической обработки с использованием главного шпинделя и приводного режущего инструмента необходимо реализовать в соответствующие блоки управляющей программы.

**Изучение тем:** «Программирование фрезерной обработки и обработки деталей на обрабатывающих центрах».

С использованием программного обеспечения FANUC 21 MB на фрезерных станках с ЧПУ можно выполнять самые разнообразные автоматические циклы механической обработки:

- циклы сверления, сверления со стружколоманием, точного сверления, сверления с прерыванием, сверления с отводом, сверления с остановом шпинделя, обратного сверления, сверления с программируемым остановом;

- циклы нарезания внутренней левосторонней резьбы, нарезания правосторонней резьбы;
- циклы развертывания, развертывания с прерыванием;
- циклы торцового фрезерования, контурного фрезерования, резьбофрезерования, фрезерования параллельных продольных пазов, продольных пазов по окружности, круговых пазов, прямоугольных и круговых выемок, прямоугольных и круговых выступов.

При изучении программирования циклов растачивания, фрезерования плоскостей, контуров прямоугольных, круговых выемок, нарезания резьбы и различным образом расположенных пазов следует освоить параметры, которые необходимо определить и заполнить в формате того или иного цикла.

Изучение циклов упрощается, если учесть преемственность каждого последующего одноименного цикла по отношению к предшествующему.

Для освоения этих циклов рекомендуется использовать [2, С. 118 – 152]. Твердое освоение материала обеспечивается решением практических задач, содержащихся в [2, С.76 – 84]. Свободное программирование контура изложено в [2, 173 – 179]

Для изучения устройства, принципа функционирования и программирования механической обработки деталей на обрабатывающем центре Qwazer рекомендуется использовать [3, С.16 – 50, 58 - 94].

Проработать темы «Введение. Системы координат в станках с ЧПУ. Сдвиг нуля станка, эквидистанта движения инструмента. Программирование подготовительных и вспомогательных функций.

Программирование функции инструмента и режима резания» рекомендуется уяснить основные термины и определения, актуальность изучаемой дисциплины и ее место среди других специальных наук машиностроительного профиля.

Твердо освоить термины и определения: управляющая программа (УП), позиционное ЧПУ (позиционное управление), контурное ЧПУ станком (контурное управление), программоноситель, программное обеспечение системы ЧПУ (программное обеспечение), устройство числового программного управления (УЧПУ), система числового программного управления (СЧПУ), кадр управляющей программы, абсолютный размер, размер в приращении, редактирование УП (редактирование).

Правильный выбор нуля детали и системы координат программы позволит существенно упростить управляющую программу, что сократит время не только технолога-программиста, но, что особенно важно, уменьшить вспомогательное время на

выполнение холостых ходов рабочих органов станка в процессе отработки управляющей программы.

В процессе изучения программирования с использованием адресов подготовительных и вспомогательных функций, функций режущего инструмента и режима резания рекомендуется больше уделять внимания решению практических задач.

После изучения указанных тем проверьте уровень освоения проработанного материала путем ответов на вопросы:

1. Для чего вводят системы координат в станках с ЧПУ? Укажите направления осей координат для многофункциональных токарных станков с ЧПУ.

2. Выберите направления осей X, Y, Z станка с ЧПУ и направления вращения относительно этих осей по правилу правой руки.

3. Назовите системы координат, используемые в многофункциональных токарных станках с ЧПУ. Где находится нуль станка и кто определяет его положение на станке?

4. Что такое нуль детали, нуль программы, как и кто его выбирает?

5. Что представляет собой сдвиг нуля станка, кто его сдвигает и зачем?

6. Система координат детали и рекомендации по выбору ее местоположения на токарном многофункциональном станке с ЧПУ.

7. Система координат инструмента, ее местоположение на многофункциональном токарном станке с ЧПУ. Для чего она используется?

8. Какие основные подготовительные функции используют в процессе составления управляющей программы и объясните их смысловое содержание?

9. Относительно какого нуля выполняется программирование обработки детали на многофункциональном токарном и фрезерном станке с ЧПУ.

10. Из каких элементов состоит блок управляющей программы?

11. Что представляет собой формат кадра, для чего он нужен и как используется при составлении программы?

12. Какова последовательность составления управляющей программы?

13. Для чего пишут комментарии в УП и как реагирует на комментарии система числового программного управления?

14. Объясните суть модальных и немодальных адресов, абсолютных и инкрементальных размеров. Как они программируются?

15. Как программируется функция подачи и скорости главного движения?

16. Как программируется функция инструмента

17. Какие основные вспомогательные функции используют в процессе составления управляющей программы и объясните их смысловое содержание?



18. Как программируются перемещения резца в направлении осей X и Z?
19. Как программируются подготовительные функции (G - функции), назовите основные кадры с их использованием и их смысловое содержание.
20. Приведите примеры использования подготовительных функций для обработки конкретных деталей.
21. Раскройте понятия линейной, круговой интерполяции, изложите методику их программирования.
22. Охарактеризуйте вспомогательные функции (M - функции). Раскройте содержание основных команд с их использованием.
23. Что такое коррекция режущего инструмента, для чего она применяется при обработке на станках с ЧПУ?
24. Какие постоянные циклы обработки деталей на станках с ЧПУ известны? Для чего они используются?
25. Как программируют цикл сверления с использованием главного шпинделя?
26. Как программируют цикл осевого сверления с использованием приводного инструмента?
27. Как программируют цикл осевого сверления глубоких отверстий с использованием приводного инструмента?
28. Как программируют цикл сверления радиальных отверстий с использованием главного шпинделя?
12. Как программируют цикл сверления глубокого отверстия приводным инструментом
29. Как программируют цикл растачивания с использованием главного шпинделя?
30. Как программируют цикл снятия припуска с наружной цилиндрической поверхности с использованием главного шпинделя?
31. Как программируют цикл сверления заготовок на фрезерном станке с ЧПУ? Приведите пример.
32. Как программируют цикл сверления заготовок со стружколоманием? Приведите пример
33. Как программируют циклы торцового фрезерования? Приведите пример.
34. Как программируют цикл контурного фрезерования? Составьте фрагмент управляющей программы на выполнение этого цикла.
35. Изложите методику программирования процесса фрезерования параллельных продольных пазов. Составьте фрагмент управляющей программы на выполнение этого цикла.

36.Изложите методику программирования процесса фрезерования прямолинейных пазов, расположенных по окружности. Составьте фрагмент управляющей программы на выполнение этого цикла.

37.Как программируют цикл фрезерования круговых пазов? Составьте фрагмент управляющей программы на выполнение этого цикла.

38.Приведите фрагмент управляющей программы для цикла нарезания резьбы метчиком в деталях, обрабатываемых на фрезерных станках с ЧПУ.

39.Нарисуйте прямоугольные выступы в детали, объясните рабочие движения инструмента и составьте фрагмент управляющей программы на фрезерование этих выступов.

40.Нарисуйте круговые выступы в детали, объясните рабочие движения инструмента и составьте фрагмент управляющей программы на фрезерование этих выступов.

41.Опишите устройство обрабатывающего центра QWAZER, рабочие движения и его технологические возможности.

42.Охарактеризуйте основные и дополнительные оси координат обрабатывающего центра. QWAZER и опишите методику программирования движений по этим осям.

43.Изложите методику программирования простых видов обработки на обрабатывающем центре QWAZER.

44. Изложите методику программирования контуров на обрабатывающем центре QWAZER.

45.Изложите методику сквозного проектирования и программирования детали в программном обеспечении WILDFIRE – 3.

## 2.Задание для выполнения самостоятельной работы по разделу 1

Решить практическую задачу по разделу 1. Выбрать систему координат программы, нуль детали, разработать эквидистанту движения режущего инструмента, рассчитать время холостых ходов при обработке по двум альтернативным вариантам «Втулка» (рис. 1). Скорость холостого хода режущего инструмента  $v_{sx} = 30$  м/мин, диаметр фрезы  $d_a = 10$  мм.

Недостающие размеры задать самостоятельно. Выполняется предварительная обработка детали.

Варианты заданий приведены в табл. 1. Ввиду необходимости решения упомянутых вопросов для всей детали, т. е. сравнительно большого объема работы, каждый из вариантов предназначен для группы студентов из 3-4 человек.

Первый вариант выбирают студенты первой половины списка в ведомости группы, Второй вариант – для второй половины списка группы.

Таблица 1

Варианты заданий по разделу 1

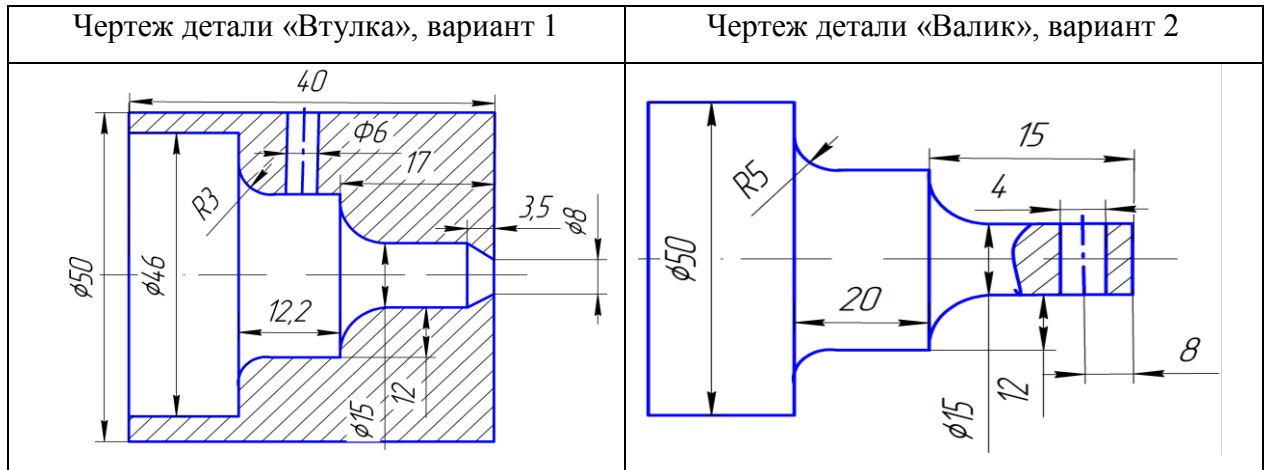


Рис. 1. Чертеж детали «Втулка» и детали «Валик»

## 2.Задание для выполнения самостоятельной работы по разделу 2

Для своего варианта задания, приведенного в табл. 1, разработать фрагменты управляющей программы для обработки отдельных обрабатываемых поверхностей детали.

## 2.Задание для выполнения самостоятельной работы по разделу 3

Для своего варианта задания, приведенного в табл. 1, разработать весь объем управляющей программы обработки детали.

## МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

- многофункциональный токарный станок с ЧПУ фирмы ЭМСО модели TURN-155;
- многофункциональный фрезерный станок с ЧПУ фирмы HAAS;
- обрабатывающий центр Qwazer фирмы HEIDENHAIN;

- РС- рабочие места технолога-программиста;
- образцы обработанных деталей и заготовки;
- измерительные инструменты и контрольные устройства;
- мультимедийные средства.

### Список рекомендованной литературы

Для самостоятельного изучения дисциплины «Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ» рекомендуется основная, дополнительная литература и из источников Интернета-ресурса.

#### *а) основная литература (библиотечный фонд ВлГУ)*

1. Морозов, В. В. Программирование современных многофункциональных токарных станков с ЧПУ: Учеб. пособие для вузов / В. В. Морозов, Гусев В. Г.- Владимир: изд-во Владим. гос. ун-т, 2009. – 236 с.– ISBN 978-5-89368-979-2.

2. Морозов, В. В. Программирование современных фрезерных станков с ЧПУ: Учеб. пособие для вузов / В. В. Морозов, Гусев В. Г.- Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-т, 2010. – 244 с. – ISBN 978-5-9984-0025-.

3. Морозов, В. В. Программирование обработки деталей на обрабатывающих центрах: Учеб. пособие для вузов / В. В. Морозов, Гусев В. Г. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-т, 2011. –365 с. – ISBN 978-5-9984-0165-7.

4. Гжиров Р.И., Серебренницкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отд-ние, 1990. - 588 с. – ISBN 5-217-00909-8.

#### *дополнительная литература*

1. Гусев В. Г. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Программирование обработки деталей на многофункциональных станках с ЧПУ» / Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-т, 2009. – 224 с.

2. Серебренницкий П. П., Схиртладзе, А. Г. Программирование автоматизированного оборудования / Под ред. Ю.С. Соломенцева. - М.: Высшая школа, 2003.-592 с.-ISBN 5-06-004081-X.

3.Гжиров Р.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1990. - 588 с. - ISBN 5-217-00909-8.

4.Ловыгин, А.А., Васильев, А.В., Кривцов, СЮ Современные станки с ЧПУ и CAD/CAM системы. - М.: Эльф ИПР, 2006. - 286 с. - ISBN 5-900891-60-7

5.Серебрницкий П. П., Схиртладзе, А. Г. Программирование автоматизированного оборудования / Под ред. Ю.С. Соломенцева. - М.: Высшая школа, 2003.-592 с.-ISBN 5-06-004081-X.

*программное обеспечение*

WIN NC SINUMERIK, FANUC, PROENGINEER WILDFIRE - 3,  
операционные системы Windows, стандартные офисные программы,  
интернет-ресурсы:

- 1.<http://delta-grup.ru/bibliot/3/156.htm>
2. <http://works.tarefer.ru/82/100144/index.html>
3. <http://stroy-technics.ru/article/kompleksnyi-pokazatel-kachestva-mashin>