

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ГГТУ им. П.О. Сухого»

_____ А.А. Бойко

_____ 04.07. _____ 2019

Регистрационный № УД- маг 107 / уч.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНКОВ С ЧПУ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ

Учебная программа II ступени высшего образования (магистратура) по
специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении»,
профилизация: «Машиностроение и машиноведение».

Учебная программа составлена на основе:

образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 80 02-2019; учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении» второй ступени высшего образования (магистратуры): 1 36-2-02/уч. 03.04.2019; 1 36-2-10/уч. 03.04.2019

СОСТАВИТЕЛЬ:

Н.А. Старовойтов – доцент кафедры «Технология машиностроения», учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», к.т.н.;

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

И.Ф. Чернейко – главный инженер открытого акционерного общества «Станко Гомель»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Технология машиностроения» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 07.06.2019);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 24.06.2019); УД-ТМ-274/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 26.06.2019);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель и задачи учебной дисциплины

Учебная программа «Перспективы применения станков с ЧПУ и промышленные роботы» (ПС с ЧПУ) составлена на основе:

образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 80 02-2019 Высшее образование. Вторая ступень. (Магистратура). Специальность «Инновационные технологии в машиностроении». Степень Магистр.

учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении», № 1 36-2-02/уч.

Дисциплина (ПС с ЧПУ) является одной из дисциплин, изучаемых студентами на II ступени высшего образования (магистратура) на стадии обучения по специальностям 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении».

Целью изучения дисциплины ПС с ЧПУ является подготовка специалистов II ступени (магистров) к эксплуатации оборудования с системами ЧПУ и промышленными роботами (ПР), умение создавать управляющие программы (УП) при обработке деталей различной степени сложности, создание гибких производственных систем и интегрированных технологий на базе оборудования с ЧПУ и ПР.

Дисциплина призвана расширить технический кругозор студентов, освоение теоретических основ и практических навыков управления современным производством, приобретении комплекса специальных знаний и умений, необходимых для организации высокоэффективных автоматизированных процессов в машиностроении с применением станков с ЧПУ и ПР.

Изучение дисциплины ставит своими задачами:

- ознакомление студентов с общими закономерностями и направлениями развития технического уровня станков с ЧПУ и ПР;

- систематизированное изложение методов расчета и проектирования технологических процессов обработки деталей на современных станках с ЧПУ и ПР ;

- освоение основ и принципов создания технологических процессов обработки на станках с ЧПУ с загрузкой и выгрузкой деталей с помощью ПР;

- овладение студентами навыками создания УП различной сложности для различных групп станков и деталей;

Дисциплина ПС с ЧПУ базируется на усвоении студентами основных положений дисциплин: «Информатика и технологии программирования», «Электротехника, электрические машины и аппараты», «Электротехника и микропроцессорная техника», «Промышленная электроника», «Автоматизированные приводы», «Теория автоматического управления технологическими системами», «Металлорежущие станки и инструменты»,

«Основы технологии машиностроения» и др.

Основная задача дисциплины заключается в том, чтобы студенты приобрели умение самостоятельно решать комплекс задач и вопросов, связанных с применением станков с ЧПУ и ПР, а именно:

- проектирования технологических процессов с применением станков с ЧПУ и ПР;
- проектирования и расчета технологических процессов, с применением средств и программ, для автоматизированной разработки сложных УП для станков с ЧПУ и ПР ;
- системного анализа отечественных и зарубежных достижений в области развития станков с ЧПУ и ПР, поиска оптимальных, а также нетрадиционных решений.

Требования к освоению учебной дисциплины

Магистр, освоивший содержание образовательной программы магистратуры по специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении», наряду с приобретенными на I-й ступени образования компетенциями, должен обладать дополнительно универсальными, углубленными профессиональными и специализированными компетенциями.

Требования к универсальным компетенциям магистра.

Магистр должен обладать следующими универсальными компетенциями:

- УК-1. Быть способным применять методы научного познания (анализ, сопоставление, систематизация, абстрагирование, моделирование, проверка достоверности данных, принятие решений и др.) в самостоятельной исследовательской деятельности, генерировать и реализовывать инновационные идеи.
- УК-2. Владеть углублёнными фундаментальными и прикладными знаниями и умениями в области инновационных технологий машиностроения.
- УК-3. Быть способным анализировать, верифицировать, оценивать полноту информации в ходе профессиональной деятельности, при необходимости восполнять и синтезировать недостающую информацию, работать в условиях неопределённости.

Требования к углубленным профессиональным компетенциям магистра

- Магистр должен обладать следующими углубленными профессиональными компетенциями:

- УПК-1. Владеть основными методами математического моделирования технических объектов и процессов изготовления деталей машин с использованием компьютерных технологий, быть способным производить выбор указанных методов для решения конкретных задач.

- УПК-2. Быть способным оптимизировать конструкции оборудования и оснастки, технологии механосборочного производства.

- УПК-3. Владеть информацией о теоретических принципах, методах и средствах исследований и испытаний рабочих машин, уметь применять её при создании новых и модернизации существующих машин.

СК-6. Знать тенденции совершенствования станков с ЧПУ и роботов, уметь использовать их для автоматизации многонаменклатурного механосборочного производства.

Учебная программа «Перспективы применения станков с ЧПУ и промышленные роботы» для дневной и заочной формы получения высшего образования II ступени (магистратура) рассчитана на 110 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины для всех форм получения высшего образования II степени составляет 3 зачетные единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Форма получения высшего образования II степень	Дневная	Заочная	
		1	2
Курс	1	1	2
Семестр	1,2	1	2
Лекции (часов)	34	8	-
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные занятия (часов)	18	2	4
Всего аудиторных (часов)	52	10	4
Зачет (семестр)	-	-	-
Экзамен (семестр)	1	-	1

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

ВВЕДЕНИЕ

1. СТРУКТУРА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ЧПУ.

- 1.1. Перспективы применения станков с ЧПУ.
- 1.2. Перспективы применения промышленных роботов (ПР).
- 1.3. Комплекс «Станок с ЧПУ».
- 1.4. Система координат станков с ЧПУ и ПР

2. МАРШРУТНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ.

- 2.1. Особенности технологического процесса обработки на станках с ЧПУ.

3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

- 3.1. Основные преимущества станков с ЧПУ.
- 3.2. Подготовка информации для управляющих программ (УП).
Формат кадра УП.
- 3.3. Запись слов в кадрах управляющей программы.
- 3.4. Подготовительные G функции.
- 3.5. Применение подготовительных G функций.
- 3.6. Вспомогательные M и другие функции.

4. ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ, СВЕРЛИЛЬНО – ФРЕЗЕРНО - РАСТОЧНОЙ И ТОКАРНОЙ ГРУПП.

- 4.1. Общая методика программирования сверлильных операций.
- 4.2. Реализация постоянных циклов обработки отверстий.
- 4.3. Кодирование корректоров и программирование процесса замены инструмента.
- 4.4. Привязка инструмента к локальной системе координат детали в токарных станках.
- 4.5. Привязка инструмента при обработке детали двумя и более инструментами.
- 4.6. Параметрическое программирование.
- 4.7. Подготовка управляющих программ с использованием G и M функций.
- 4.8. Кадры с трёхбуквенными операторами.
- 4.9. Геометрическое программирование высокого уровня (GTL).

5. ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ

- 5.1. Классификация промышленных роботов. Применение промышленных роботов в металлообработке.
- 5.2. Робото-технологические комплексы (РТК). Применение РТК в составе гибких производственных ячеек (ГПЯ), гибких производственных островов (ГПО) и гибких производственных системах (ГПС).
- 5.3. Система координат ПР, формат программирования управляющих программ ПР.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ (дневная форма получения образования)

Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	лабораторные занятия	иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНКОВ С ЧПУ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ	34		-	18	-		
1.	ВВЕДЕНИЕ.	4			-			ЭКЗ ЗЛР
1.1	Перспективы применения станков с ЧПУ.							
1.2	Перспективы применения промышленных роботов(ПР).							
1.3	Комплекс «Станок с ЧПУ и ПР.							
1.4	Система координат станков с ЧПУ. и ПР							
2	МАРШРУТНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ.	2			-			ЭКЗ ЗЛР
2.1	Особенности технологического процесса обработки на станках с ЧПУ.							
3	ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.	2			2			ЭКЗ, ЗЛР
3.1	Основные преимущества станков сЧПУ.							
3.2	Подготовка информации для управляющих программ. Формат кадра УП.							
3.3	Запись слов в кадрах управляющей программы.	2			2			ЭКЗ, ЗЛР
3.4	Подготовительные G функции.							
3.5	Применение подготовительных G функций.							
3.6	Вспомогательные M и другие функции.							
4	ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ, СВЕРЛИЛЬНО - ФРЕЗЕРНО- РАСТОЧНОЙ И ТОКАРНОЙ ГРУПП.	2			4			ЭКЗ, ЗЛР
4.1	Общая методика программирования сверлильных операций.							
4.2	Реализация постоянных циклов обработки отверстий.	2			4			ЭКЗ, ЗЛР
4.3	Кодирование корректоров и программирование процесса замены инструмента							

4.4	Привязка инструмента к локальной системе координат детали в токарных станках.	2			2			ЭКЗ, ЗЛР
4.5	Привязка инструмента при обработке детали двумя и более инструментами.							
4.6	Параметрическое программирование.							
4.7	Подготовка управляющих программ с использованием G и M функций.	4			4			ЭКЗ, ЗЛР
4.8	Кадры с трёхбуквенными операторами.							
4.9	Геометрическое программирование высокого уровня (GTL).	4			-			ЭКЗ, ЗЛР
5	ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ	2						ЭКЗ
5.1	Классификация промышленных роботов. Применение промышленных роботов в металлообработке.							
5.2	Робото-технологические комплексы (РТК). Применение РТК в составе гибких производственных ячеек (ГПЯ), гибких производственных островов (ГПО) и гибких производственных системах (ГПС).	4						ЭКЗ
5.3	Система координат ПР, формат программирования управляющих программ ПР.	4						ЭКЗ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
(заочная форма получения образования)

Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество асов УСР	Форма контроля зна
		лекции	Практические	Семинарские	Лабораторные	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНКОВ С ЧПУ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ	8			6	-		
1	ВВЕДЕНИЕ.	2			-			ЭКЗ
1.1	Перспективы применения станков с ЧПУ.							
1.2	Перспективы применения промышленных роботов(ПР).							
1.3	Комплекс «Станок с ЧПУ и ПР.							
1.4	Система координат станков с ЧПУ. и ПР							
2	МАРШРУТНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ.	-			-			ЭКЗ
2.1	Особенности технологического процесса обработки на станках с ЧПУ							
3	ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.	-			-			ЭКЗ,
3.1	Основные преимущества станков с ЧПУ.							
3.2	Подготовка информации для управляющих программ. Формат кадра УП.							
3.3	Запись слов в кадрах управляющей программы.	2			2			ЭКЗ ЗЛР
3.4	Подготовительные G функции.							
3.5	Применение подготовительных G функций.							
3.6	Вспомогательные M и другие функции.							
4	ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ, СВЕРЛИЛЬНО- ФРЕЗЕРНО- РАСТОЧНОЙ И ТОКАРНОЙ ГРУПП.	-			2			ЭКЗ ЗЛР
4.1	Общая методика программирования							

	сверлильных операций.						
4.2	Реализация постоянных циклов обработки отверстий.	-			2		ЭКЗ ЗЛР
4.3	Кодирование корректоров и программирование процесса замены инструмента						
4.4	Привязка инструмента к локальной системе координат детали в токарных станках.	-			-		ЭКЗ,
4.5	Привязка инструмента при обработке детали двумя и более инструментами.						
4.6	Параметрическое программирование.						
4.7	Подготовка управляющих программ с использованием G и M функций.	2			-		ЭКЗ
4.8	Кадры с трёхбуквенными операторами.						
4.9	Геометрическое программирование высокого уровня (GTL).	-			-		ЭКЗ
5	ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ	-			-		ЭКЗ
5.1	Классификация промышленных роботов. Применение промышленных роботов в металлообработке.						
5.2	Робото-технологические комплексы (РТК). Применение РТК в составе гибких производственных ячеек (ГПЯ), гибких производственных островов (ГПО) и гибких производственных системах (ГПС).	2			-		ЭКЗ
5.3	Система координат ПР, формат программирования управляющих программ ПР.	-			-		ЭКЗ

Принятые обозначения: ЗЛР – защита лабораторной работы; ЭКЗ – экзамен

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Е.Э.Фельдштейн, М.А.Корниевич. «Обработка деталей на станках с ЧПУ».-Минск, Новое знание, 2005г, 287с.
2. Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ: [монография] / В. И. Аверченков [и др.]. – Брянск: БГТУ, 2010. — 147 с.
3. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Ч. 2 / В. И. Аверченков [и др.]. – Брянск : БГТУ, 2010. — 211 с.

Дополнительная литература

4. С.Н.Григорьев, М.В.Кохомский и др. «Инструментальная оснастка станков с ЧПУ» ,М, «Машиностроение»,2006г,544с.
5. Дулько О. Л. В помощь оператору ГПС: Справочная книга. – Л.: Лениздат, 1990. – 235 с.
6. Проектирование технологии: Учебник для студентов машиностроит. спец. вузов / Бранчукова М. И., Гусев А. А., Краморенко Ю. Б. и др. Под общ. ред. Ю. М. Соломенцева. – М.: Машиностроение, 1990. – 416 с.
7. Гжиров Р. И., Серебrenицкий П. П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник.– Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1990.– 558 с.
8. Схиртладзе А. Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств: в 2ч. Ч.1/А.Г. Схиртладзе, В.Ю.Новиков, Ю.И.Тулаев.-Москва: Станкин,1997. – 311с.-(Технологическое оборудование машиностроительных производств)
9. Схиртладзе А. Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств: в 2ч. Ч.2/А.Г. Схиртладзе, В.Ю.Новиков, Ю.И.Тулаев.-Москва: Станкин,1997. – 212с.-(Технологическое оборудование машиностроительных производств)
10. Руководство оператора (УЧПУ NC-201, NC-201M, NC-202), Балт-Систем, Санкт-Петербург, 2008г, [www. bsystem.ru](http://www.bsystem.ru)
11. Руководство программиста (УЧПУ NC-110, NC-201, NC-201M, NC-202, NC-210, NC-220, NC-230), Балт-Систем, Санкт-Петербург, 2008г, www. bsystem.ru.

Электронные учебно-методические комплексы

1. Старовойтов, Н.А. Технология обработки на станках с числовым программным управлением: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / Н.А. Старовойтов. – Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2015. Режим доступа: elib.gstu.by.

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

2. Старовойтов, Н.А. «Разработка управляющих программ для токарных станков с ЧПУ: практикум по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» днев. и заоч. форм обучения/ Н.А.Старовойтов. – Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2017. – 112с.

3.Старовойтов Н.А. «Программирование на языке высокого уровня GTL при разработке управляющих программ для сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ», практикум по дисциплине «Технология обработки на станках с ЧПУ». / Н.А. Старовойтов, Е.Э.Дмитриченко – Гомель: ГГТУ, 2018. Режим доступа: elib.gstu.by.

4. Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D с САМ программой для токарной и фрезерной обработки.

5. Система машинной графики AutoCAD.

6. Проектор.

Примерный перечень тем лабораторных занятий

1.Изучение конструкции и технических характеристик станка мод.16A20Ф3 с ЧПУ NC-201M.

2.Изучение пульта оператора УЧПУ NC-201M станка мод.16A20Ф3.

3.Приобретение навыков написания программ для токарной обработки двухступенчатого валика 2-мя резцами.

4.Приобретение навыков написания программ для токарной обработки деталей, содержащих сферические поверхности и резьбы.

5.Приобретение навыков написания программ для токарной обработки деталей с использованием параметрического программирования и трёхбуквенных операторов

6.Приобретение навыков написания программ для сверлильно-фрезерной обработки с использованием постоянных циклов

7.Приобретение навыков написания программ для деталей типа «вал», содержащих все типовые поверхности с привязкой инструмента к локальной системе координат детали.

8. Приобретение навыков написания УП автоматизированным способом с помощью САМ программ и постпроцессоров.

Технологии обучения

Основными технологиями обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение изучаемого материала, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;

- элементы учебно-исследовательской деятельности и творческого подхода, реализуемые на практических, лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;

- коммуникативные технологии (дискуссия, учебные дебаты и другие активные формы и методы), реализуемые на научных конференциях;
- проектные технологии, реализуемые при выполнении индивидуальных заданий;
- информационные технологии (учебные фильмы, видеоролики, слайды и т.п.).
- применение программ эмуляторов для написания и тестирования управляющих программ.
- применение САМ программ для автоматизированной разработки и тестирования управляющих программ.

Организация самостоятельной работы магистров

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа при выполнении индивидуальных заданий на практических и лабораторных занятиях под контролем преподавателя;
- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных и проектных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка тематических докладов, рефератов, презентаций по индивидуальным темам и заданиям;
- выполнение курсовой работы по индивидуальному заданию в соответствии с графиком проектирования;
- проработка тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- выполнение исследовательских и творческих заданий.

Диагностика компетенций магистра

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале.

Для оценки результатов учебной деятельности студента используется следующий диагностический инструментарий:

- защита отчетов по аудиторным (домашним) заданиям;
- защита отчетов по лабораторным работам;
- контрольная работа (опрос) по отдельным темам;
- экзамен;
- собеседования при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- рефераты, презентации.

Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний обучающихся отметками в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53-ПО).

Перечень вопросов по дисциплине

- 1.Комплекс «Станок с ЧПУ».
- 2.Абсолютная система координат станка.
- 3.Локальная система координат детали.
- 4.Система координат инструмента.
- 5.Связь систем координат.
- 6.Структура технологического процесса.
- 7.Анализ чертежа детали и возможного технологического процесса обработки.
- 8.Особенности обработки на станках с программным управлением.
- 9.Основные преимущества станков с ЧПУ.
- 10.Особенность технологической подготовки производства.
- 11.Подготовка информации для управляющих программ.
- 12.Представление траектории обработки.
- 13.Программоносители.
- 14.Структура управляющей программы.
- 15.Структура кадров управляющей программы.
- 16.Формат кадра управляющей программы.
- 17.Запись слов в кадрах управляющей программы.
- 18.Подготовительные G функции.
- 19.Применение подготовительных G функций.
- 20.Вспомогательные M и другие функции.
- 21.Реализация постоянных циклов обработки отверстий.
- 22.Кодирование корректоров и процесса замены инструмента.
- 23.Привязка инструмента к локальной системе координат детали в токарных станках.
- 24.Подготовка управляющих программ с использованием G и M функций.
- 25.Использование G функций определяющих тип движения.
- 26.Быстрое позиционирование осей (G00).
- 27.Линейная интерполяция (G01).
- 28.Сплайновая интерполяция (G06)
- 29.Круговая интерполяция (G02-G03).
- 30.Винтовая интерполяция.
- 31.Плоскость интерполяции G17-G18-G19.
- 32.Программирование угловых перемещений. Управление вращением индексного поворотного стола. Оси вращения с увеличенным диапазоном поворота.
- 33.Нарезание цилиндрической и конической резьбы с постоянным или переменным шагом (G33)
- 34.Цикл нарезания резьбы с помощью файла (FIL.)
- 35.Компенсация радиуса инструмента (G41-G42-G40).
- 36.Постоянные циклы (G80-G89).

37. Постоянный цикл сверления (G81) Постоянный цикл глубокого сверления (G83)
38. Постоянный цикл нарезания резьбы метчиком (G84).
50. Шпиндель без датчика. Шпиндель с датчиком (M19)
39. Особенности постоянных циклов. Программирование в абсолютной системе, по приращениям и относительно нуля станка (G90-G91-G79).
40. Остановка вращения шпинделя с угловой ориентацией.
41. Параметрическое программирование.
42. Кадры с трёхбуквенными операторами.
43. Трёхбуквенные операторы, модифицирующие систему отсчёта осей.
44. Использование абсолютных начальных точек - UAO.
45. Определение и использование временных начальных точек - UOT. Определение и использование начальных точек по приращениям - UIO.
46. Зеркальная обработка - MIR. Пример с использования оператора MIR.
47. Поворот плоскости - URT.
48. Модификация начальной точки - RQO.
49. Трёхбуквенные операторы, изменяющие последовательность выполнения программы. Повторение частей программы - RPT.
50. Примеры использования кода RPT.
51. Использование подпрограммы - CLS.
52. Выполнение части программы - EPP.
53. Определение припуска - UOV. Определение переменной скорости возвращения при нарезании резьбы метчиком - RMS.
54. Геометрическое программирование высокого уровня (GTL).
55. Геометрическое определение профиля на базе языка GTL (G21-G20).
56. Векторная геометрия.
57. Хранение в памяти геометрических элементов.
58. Определение точек начала отсчёта.
59. Определение точек.
60. Определение прямой линии.
61. Прямая форма программирования прямых линий.
62. Косвенная форма программирования прямых линий.
63. Определение окружностей.
64. Формат прямого программирования.
65. Формат косвенного программирования.
66. Определение профиля.
67. Начало и конец профиля.
68. Открытый профиль.
69. Закрытый профиль. Движение осей шпинделя.
70. Соединение геометрических элементов.
71. Пересечение между элементами. Соединения между элементами при помощи автоматического радиуса r . Скосы b .

72. Примеры программирования на языке GTL.
73. Классификация промышленных роботов (ПР).
74. Применение промышленных роботов в металлообработке.
75. Робото-технологические комплексы (РТК).
76. Применение РТК в составе гибких производственных ячеек (ГПЯ).
77. Применение РТК в составе гибких производственных островов (ГПО).
78. Применение РТК в составе гибких производственных системах (ГПС).
79. Система координат ПР, формат программирования управляющих программ ПР.

Примечание: Вопрос 3 в экзаменационных билетах является тестом и отражает вопросы, которые изучались в лабораторных работах по дисциплине.

Протокол согласования учебной программы

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Магистерская диссертация	Технология машиностроения		