

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор
ГГТУ им. П.О.Сухого


О.Д. Асенчик

(подпись)

06.12.2017
(дата утверждения)

Регистрационный № УД-27-34/уч.

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов
и производств (по направлениям)»

Направление специальности:

1-53 01 01-01 «Автоматизация технологических процессов и производств»
(машиностроение и приборостроение)

Направление специальности:

1-53 01 01-01 02 «Автоматизация технологической подготовки производства»

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-53 01 01-2013
Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)»
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)»:
№ I 53-1-36/уч. 17.04.2014; № I 53-1-05/уч. 11.02.2016

СОСТАВИТЕЛЬ:

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

РЕЦЕНЗЕНТ:

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

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Технология машиностроения» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 26.10.2017);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 3 от 08.11.2017); УЧ - ТМ - 253/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 1 от 15.12.2017).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель и задачи учебной дисциплины

Учебная программа по дисциплине «Технология обработки на станках с числовым программным управлением» (ТО ЧПУ) составлена на основании образовательного стандарта РБ «ОСВО 1-53 01 01-2013. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-53 01 01 «Автоматизация технологической подготовки производств (по направлениям)» и учебных планов специальности.

Дисциплина ТО ЧПУ является одной из дисциплин, изучаемых студентами на стадии завершения обучения по специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологической подготовки производств (по направлениям)».

Целью изучения дисциплины ТО ЧПУ является подготовка специалистов к эксплуатации оборудования с ЧПУ, умение создавать управляющие программы (УП) при обработке деталей различной степени сложности, создание гибких производственных систем и интегрированных технологий на базе оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ).

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 станкостроении с применением станков с ЧПУ.

Изучение дисциплины ставит своими задачами:

- ознакомление студентов с общими закономерностями и направлениями развития технического уровня станков с ЧПУ;
- систематизированное изложение методов расчета и проектирования технологических процессов обработки деталей на современных станках с ЧПУ;
- освоение основ и принципов создания технологических процессов обработки на станках с ЧПУ;
- овладение студентами навыками создания УП различной сложности для различных групп станков и деталей;

После изучения дисциплины ТО ЧПУ студент должен решать комплекс вопросов, связанных с разработкой УП на различные типы программно-управляемого оборудования и обладать академическими и социально-личностными компетенциями.

Дисциплина ТО 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, а именно:

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

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- общие закономерности и направления развития современного производства станков с ЧПУ;
- основы построения и методы расчета технологических процессов для станков с ЧПУ для машиностроительного производства;
- средства управления станками с ЧПУ с применением современных технических средств электроавтоматики и управляющей вычислительной техники;
- модели современных станков с ЧПУ, необходимые для организации высокоэффективных производственных процессов;
- методы расчета и повышения производительности технологических процессов с применением станков с ЧПУ;
- способы подготовки управляющих программ для механообработки;
- основные принципы автоматизированного проектирования управляющих программ;
- особенности автоматизированной подготовки данных и программирования на электронно-вычислительных машинах;

уметь:

- проектировать технологические процессы машиностроительного производства для станков с ЧПУ;
- вводить управляющую программу обработки детали в устройство ЧПУ, осуществлять её контроль и редактирование;
- проектировать технологические процессы для станков с ЧПУ, встраиваемые в роботизированные технологические комплексы, гибкие производственные системы и т.д.;
- эффективно использовать современные многофункциональные, станки с ЧПУ для организации и управления производственным процессом;

владеть:

- основами построения и методами расчета технологических процессов для станков с ЧПУ;
- методикой разработки УП для систем ЧПУ ручным и автоматизированным способами;
- методами управления производственными процессами с применением современных станков с ЧПУ, автоматики и управляющей вычислительной техники.

В соответствии с требованиями образовательного стандарта по специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)» студент должен обладать определенными компетенциями.

Академическими:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.
- АК-10. Владеть методами управления интеллектуальной собственностью.
- АК-11. Применять методы математической статистики при обработке данных эксперимента, методы идентификации при исследовании объектов автоматизации.

Социально-личностными:

- СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.
- СЛК-2. Быть способным к социальному воздействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-4. Владеть навыками здоровьесбережения.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.
- СЛК-7. Использовать знания основ социологии, физиологии и психологии труда.
- СЛК-8. Иметь способность находить правильные решения в условиях чрезвычайных ситуаций.

Профессиональными:

- ПК-1. Разрабатывать технологические процессы автоматизации в машиностроительной и приборостроительной промышленности.

ПК-2. Использовать современные информационные и компьютерные технологии при программировании контролеров и систем числового программного управления.

ПК-3. Самостоятельно принимать профессиональные решения с учетом их социальных, экономических и экологических последствий, а также правил техники безопасности и противопожарной безопасности.

ПК-4. Применять прогрессивные энергоэффективные и ресурсосберегающие монтажные и наладочные средства автоматизации.

ПК-5. В составе группы специалистов или самостоятельно устранять неисправности, осуществлять и планово-предупредительный ремонт оборудования систем автоматизации.

ПК-6. На основании обслуживания и диагностики оборудования разрабатывать планы ремонта и руководить их реализацией.

ПК-7. Осуществлять мероприятия по совершенствованию производства в целом и систем диагностики оборудования в частности.

ПК-8. Организовывать и проводить рациональное обслуживание систем автоматизации.

ПК-9. Внедрять современные технологии автоматизированного управления производствами отраслей по направлениям.

ПК-10. Осуществлять выбор перспективных материалов, датчиков и приборов для обеспечения ресурсосберегающих технологических процессов.

ПК-11. Внедрять современные микропроцессорные системы автоматизации, осуществлять переналадку оборудования.

Организационная-управленческая деятельность.

ПК-12. Работать с юридической литературой и трудовым законодательством.

Кроме этого студент должен:

- владеть информацией о современных системах и методах механизации и автоматизации производства в приборостроении и машиностроении, применять ее в своей профессиональной деятельности.

- разрабатывать автоматизированными методами конструкторскую и технологическую документацию по специальности.

- использовать современные автоматизированные методы оформления и производства документации.

- разрабатывать проекты создания новых автоматизированных или модернизации действующих участков, цехов, предприятий для механической обработки и сборки машин с технико-экономическим обоснованием проектов.

- работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой.

- анализировать и оценивать собранные данные.

Учебная программа «Технология обработки на станках с ЧПУ» для дневной формы получения высшего образования рассчитана на 170 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины для всех форм получения высшего образования составляет 4 зачетных единиц.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

Форма получения высшего образования	Дневная
Курс	4
Семестр	8
Лекции (часов)	34
Практические занятия	17
Лабораторные занятия (часов)	34
Всего аудиторных (часов)	85
Зачет (семестр)	-
Экзамен (семестр)	8

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

ВВЕДЕНИЕ

1. СТРУКТУРА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ЧПУ.

1.1. Комплекс «Станок с ЧПУ. Классификация и индексация станков с ЧПУ.

Классификация станков с ЧПУ. Индексация станков с программным управлением. Система координат станков с ЧПУ. Абсолютная система координат станка. Система координат инструмента. Связь систем координат. Структурно-информационный анализ ЧПУ различных классов.

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

2.1 Особенности технологического процесса обработки на станках с ЧПУ. Структура технологического процесса. Этапы проектирования технологического процесса для станков с ЧПУ. Выбор номенклатуры заготовок, обрабатываемых на станках с ЧПУ. Анализ чертежа детали и возможного технологического процесса обработки. Требования к технологичности деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ. Разработка маршрутной технологии для станков с ЧПУ.

3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

3.1. Особенности обработки на станках с программным управлением.

3.2. Основные преимущества станков с ЧПУ.

3.3. Особенность технологической подготовки производства.

3.4. Подготовка информации для управляющих программ.

Представление траектории обработки. Программноносители. Кодирование информации. Способ записи информации. Структура управляющей программы. Структура кадров управляющей программы.

Формат кадра управляющей программы. Запись слов в кадрах управляющей программы.

3.5. Подготовительные G функции.

3.6. Запись слов в кадрах управляющей программы.

3.7. Применение подготовительных G функций.

3.8. Вспомогательные M и другие функции.

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

4.1. Программирование сверлильных операций.

4.2. Общая методика программирования сверлильных операций.

4.3. Реализация постоянных циклов обработки отверстий.

4.4. Кодирование корректоров и процесса замены инструмента.

4.5. Привязка инструмента координат детали в токарных станках.

4.6. Привязка инструмента при обработке детали двумя и более инструментами.

4.7. Параметрическое программирование.

4.8. Подготовка управляющих программ с использованием G и M функций.

Использование G функций определяющих тип движения. Быстрое позиционирование осей (G00). Линейная интерполяция (G01). Сплайновая интерполяция (G06). Круговая интерполяция (G02-G03). Винтовая интерполяция. Плоскость интерполяции G17-G18-G19. Программирование угловых перемещений. Управление вращением индексного поворотного стола. Оси вращения с увеличенным диапазоном поворота. Нарезание цилиндрической и конической резьбы с постоянным или переменным шагом (G33). Цикл нарезания резьбы с помощью файла (FIL.). Компенсация радиуса инструмента (G41-G42-G40). Постоянные циклы (G80-G89). Постоянный цикл сверления (G81) Постоянный цикл глубокого сверления (G83). Постоянный цикл нарезания резьбы метчиком (G84). Шпиндель без датчика. Шпиндель с датчиком (M19). Особенности постоянных циклов. Программирование в абсолютной системе, по приращениям и относительно нуля станка (G90-G91-G79). Остановка вращения шпинделя с угловой ориентацией (M19).

4.9. Кадры с трёхбуквенными операторами.

Трёхбуквенные операторы, модифицирующие систему отсчёта осей. Использование абсолютных начальных точек - UAO. Определение и использование временных начальных точек - UOT. Определение и использование начальных точек по приращениям - UIO. Зеркальная обработка - MIR. Пример с использования оператора MIR. Поворот плоскости - URT. Модификация начальной точки - RQO. Трёхбуквенные операторы, изменяющие последовательность выполнения программы. Повторение частей программы - RPT. Примеры использования кода RPT. Использование подпрограммы - CLS. Выполнение части программы - EPP. Определение припуска - UOV. Определение переменной скорости возвращения при нарезании резьбы метчиком - RMS.

4.10. Геометрическое программирование высокого уровня (GTL).

Геометрическое определение профиля на базе языка GTL (G21-G20). Векторная геометрия. Хранение в памяти геометрических элементов. Определение точек начала отсчёта. Определение точек. Определение прямой линии. Прямая форма программирования прямых линий. Косвенная форма программирования прямых линий. Определение окружностей. Формат прямого программирования. Формат косвенного программирования. Определение профиля. Начало и конец профиля. Открытый профиль. Закрытый профиль. Движение осей шпинделя. Соединение геометрических элементов. Пересечение между элементами. Соединения между элементами при помощи автоматического радиуса r. Скосы b. Примеры программирования на языке GTL.

4.3	Реализация постоянных циклов обработки отверстий.	4	2		4			ЭКЗ, ЗЛР
4.4	Кодирование корректоров и процесса замены инструмента							
4.5	Привязка инструмента координат детали в токарных станках.	4	2		4			ЭКЗ, ЗЛР
4.6	Привязка инструмента при обработке детали двумя и более инструментами.							
4.7	Параметрическое программирование.							
4.8	Подготовка управляющих программ с использованием G и M функций.	6	2		4			ЭКЗ, ЗЛР
4.9	Кадры с трёхбуквенными операторами.							
4.10	Геометрическое программирование высокого уровня (GTL).	6	1		4			ЭКЗ, ЗЛР

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

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Гжиров Р. И., Серебrenицкий П. П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1990. – 558 с.

2. Схиртладзе А. Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств: в 2 ч. Ч.1/А.Г. Схиртладзе, В.Ю.Новиков, Ю.И.Тулаев. – Москва: Станкин, 1997. – 311 с. – (Технологическое оборудование машиностроительных производств)

3. Схиртладзе А. Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств: в 2 ч. Ч.2/А.Г. Схиртладзе, В.Ю.Новиков, Ю.И.Тулаев. – Москва: Станкин, 1997. – 212 с. – (Технологическое оборудование машиностроительных производств)

4. Е.Э.Фельдштейн, М.А.Корниевич. «Обработка деталей на станках с ЧПУ». – Минск, Новое знание, 2005 г, 287 с.

Дополнительная литература

5. Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ: [монография] / В. И. Аверченков [и др.]. – Брянск: БГТУ, 2010. — 147 с.

6. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Ч. 2 / В. И. Аверченков [и др.]. – Брянск : БГТУ, 2010. — 211 с.

7. С.Н.Григорьев, М.В.Кохомский и др. «Инструментальная оснастка станков с ЧПУ», М, «Машиностроение», 2006 г, 544 с.

8. Дулько О. Л. В помощь оператору ГПС: Справочная книга. – Л.: Лениздат, 1990. – 235 с.

9. 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.

10. Руководство оператора (УЧПУ NC-201, NC-201M, NC-202), Балт-Систем, Санкт-Петербург, 2008 г, 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, 2008 г, 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, 2015. Режим доступа: elib.gstu.by.

Список литературы сверен А.А. (Михайлова И.В.)

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

2. Старовойтов, Н.А. «Методические пособия к лабораторным работам №№1-7 по дисциплине: «Технология обработки на станках с числовым программным управлением». Пакет офисных программ Microsoft Office.
3. Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D.
4. Система машинной графики AutoCAD.
5. Проектор.

Примерный перечень тем практических занятий

1. Системы координат станков с ЧПУ различных моделей. Правила назначения и определения направления осей станков с ЧПУ на примере станка 16A20Ф3 с ЧПУ NC-201M.
2. Изучение пульта УЧПУ NC-201M. Первое включение станка. Вывод осей в абсолютный «Нуль» станка. Ручной режим.
3. Привязка инструмента к системе координат детали. Модификация с помощью трехбуквенных кодов системы координат детали.
4. Ввод и вывод управляющих программ (УП). Коррекция управляющих программ. Диски памяти. Файлы начальных точек. Файлы корректоров.
5. Индивидуальное задание. Написание УП токарной обработки детали типа «вал». Защита УП с комментариями всех кадров программы. Прогон УП на виртуальной системе ЧПУ эмуляторе.

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.

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 практических занятиях и научных конференциях;

- проектные технологии, реализуемые при выполнении индивидуальных заданий;

- информационные технологии (учебные фильмы, видеоролики, слайды и т.п.).

Организация самостоятельной работы студентов

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;

- проработка тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;

- выполнение исследовательских и творческих заданий.

Диагностика компетенций студента

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале.

Для оценки результатов учебной деятельности студента используется следующий диагностический инструментарий:

- защита отчетов по аудиторным (домашним) практическим 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.Классификация и индексация станков с ЧПУ.
- 3.Классификация станков с ЧПУ.
- 4.Индексация станков с программным управлением.
- 5.Система координат станков с ЧПУ.
- 6.Система координат станка.
- 7.Система координат инструмента.
- 8.Связь систем координат.
- 9.Структурно- информационный анализ ЧПУ различных классов.
- 10.Особенности технологического процесса обработки на станках с ЧПУ.
- 11.Структура технологического процесса.
- 12.Этапы проектирования технологического процесса для станков с ЧПУ.
- 13.Выбор номенклатуры заготовок, обрабатываемых на станках с ЧПУ.
- 14.Анализ чертежа детали и возможного технологического процесса обработки.
- 15.Требования к технологичности деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ.
- 16.Разработка маршрутной технологии для станков с ЧПУ.
- 17.Особенности обработки на станках с программным управлением.
- 18.Основные преимущества станков с ЧПУ.
- 19.Особенность технологической подготовки производства.
- 20.Подготовка информации для управляющих программ.
- 21.Представление траектории обработки.
- 22.Программоносители. Кодирование информации. Способ записи информации.
- 23.Структура управляющей программы.
- 24.Структура кадров управляющей программы.
- 25.Формат кадра управляющей программы.
- 26.Запись слов в кадрах управляющей программы.
- 27.Подготовительные G функции.
- 28.Применение подготовительных G функций.
- 29.Вспомогательные M и другие функции.
- 30.Программирования сверлильных операций.

31. Общая методика программирования сверлильных операций.
32. Реализация постоянных циклов обработки отверстий.
33. Кодирование корректоров и процесса замены инструмента.
34. Привязка инструмента к локальной системе координат детали в токарных станках.
35. Подготовка управляющих программ с использованием G и M функций.
36. Использование G функций определяющих тип движения.
37. Быстрое позиционирование осей (G00).
38. Линейная интерполяция (G01).
39. Сплайновая интерполяция (G06)
40. Круговая интерполяция (G02-G03).
41. Винтовая интерполяция.
42. Плоскость интерполяции G17-G18-G19.
43. Программирование угловых перемещений. Управление вращением индексного поворотного стола. Оси вращения с увеличенным диапазоном поворота.
44. Нарезание цилиндрической и конической резьбы с постоянным или переменным шагом (G33)
45. Цикл нарезания резьбы с помощью файла (FIL.)
46. Компенсация радиуса инструмента (G41-G42-G40).
47. Постоянные циклы (G80-G89).
48. Постоянный цикл сверления (G81) Постоянный цикл глубокого сверления (G83)
49. Постоянный цикл нарезания резьбы метчиком (G84).
50. Шпиндель без датчика. Шпиндель с датчиком (M19)
51. Особенности постоянных циклов. Программирование в абсолютной системе, по приращениям и относительно нуля станка (G90-G91-G79).
52. Остановка вращения шпинделя с угловой ориентацией.
53. Параметрическое программирование.
54. Кадры с трёхбуквенными операторами.
55. Трёхбуквенные операторы, модифицирующие систему отсчёта осей.
56. Использование абсолютных начальных точек - UAO.
57. Определение и использование временных начальных точек - UOT. Определение и использование начальных точек по приращениям - UIO.
58. Зеркальная обработка - MIR. Пример с использованием оператора MIR.
59. Поворот плоскости - URT.
60. Модификация начальной точки - RQO.
61. Трёхбуквенные операторы, изменяющие последовательность выполнения программы. Повторение частей программы - RPT.
62. Примеры использования кода RPT.

63. Использование подпрограммы - CLS.
64. Выполнение части программы - EPP.
65. Определение припуска - UOV. Определение переменной скорости возвращения при нарезании резьбы метчиком - RMS.
66. Геометрическое программирование высокого уровня (GTL).
67. Геометрическое определение профиля на базе языка GTL (G21-G20).
68. Векторная геометрия.
69. Хранение в памяти геометрических элементов.
70. Определение точек начала отсчёта.
71. Определение точек.
72. Определение прямой линии.
73. Прямая форма программирования прямых линий.
74. Косвенная форма программирования прямых линий.
75. Определение окружностей.
76. Формат прямого программирования.
77. Формат косвенного программирования.
78. Определение профиля.
79. Начало и конец профиля.
80. Открытый профиль.
81. Закрытый профиль. Движение осей шпинделя.
82. Соединение геометрических элементов.
83. Пересечение между элементами. Соединения между элементами при помощи автоматического радиуса r . Скосы b .
84. Примеры программирования на языке GNL.

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

Протокол согласования учебной программы

<p>Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование</p>	<p>Название кафедры</p>	<p>Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине</p>	<p>Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)</p>
<p>Дипломное проектирование</p>	<p>Технология машиностроения</p>	<p><i>нет</i> <i>И.И. Кузнецов</i></p>	

Библиотека ГГТУ ИМЭП