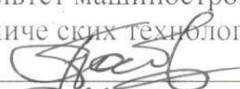


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Факультет машиностроительных
и химических технологий
 Саблин П.А.
« 7 » 12 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах»

Направление подготовки	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Направленность (профиль) образовательной программы	Технология машиностроения
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Машиностроение»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Доцент, Кандидат технических наук



Пронин А.И

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Машиностроение»



Сариков М.Ю.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Технология машиностроения» по направлению подготовки «15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> • - ознакомление студентов с особенностями технологии обработки на станках с ЧПУ; • - привитие навыков по подбору систем ЧПУ, необходимых для заданных целей производства; • изучение современных компьютерных технологий, используемых на этапе технологической подготовки производства с применением САМ- систем. привитие навыков по составлению управляющих программ, наладке станков с ЧПУ.
Основные разделы / темы дисциплины	Введение в САМ-системы. Общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ – систем. Черновая обработка – операция CAVITY MILL. Проверка траектории инструмента. 2.5-осевое фрезерование – обработка граней. 2.5-осевое фрезерование – обработка по Z-уровням. 3-осевое фрезерование: контурные операции. 5-осевая позиционная обработка. Высокоскоростная обработка. Обработка отверстий. Токарная обработка.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-16 способностью осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изго-	Знает методы эффективного программирования. Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной, токар-	Знает методы эффективного программирования. Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной, токар-

<p>товления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации</p>	<p>ной группы с линейными и угловыми осями; Владеет навыками по программированию многоосевой и многоконтурной обработки</p>	<p>ной группы с линейными и угловыми осями; Владеет навыками по программированию многоосевой и многоконтурной обработки</p>
<p>ПК-19 способностью осваивать и применять современные методы организации и управления машиностроительными производствами, выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, оценке их инновационного потенциала, по определению соответствия выпускаемой продукции требованиям регламентирующей документации, по стандартизации, унификации технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления выпускаемой продукцией</p>	<p>Знает общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ - систем; Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной, токарной группы с линейными и угловыми осями; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</p>	<p>Знает общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ - систем; Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной, токарной группы с линейными и угловыми осями; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</p>

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» изучается на 4 курсе, 7 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Спецкурс по рабочей профессии», «Технологические процессы в машиностроении», «Резущий инструмент», «Процессы и операции формообразования», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Инженерный анализ в САЕ-системах», «Б1.В.ДВ.10.01 Экономика и управление производством», «Б1.В.ДВ.10.02 Экономическое обоснование производственно-технологических решений», «Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности)», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Б1.В.ДВ.01.01 Нормирование точности и технические измерения», «Б1.В.ДВ.01.02 Взаимозаменяемость и нормирование точности»,

«Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), 6 семестр».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Технология машиностроения», «Бережливое производство», «Инструмент для высокоскоростной механообработки», «Б1.В.ДВ.04.01 Перспективные методы обработки», «Б1.В.ДВ.04.02 Методы обработки поверхностей», «Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), 8 семестр», «Производственная практика (технологическая практика)», «Преддипломная практика», «Б1.В.ДВ.05.01 Управление качеством», «Б1.В.ДВ.05.02 Системы менеджмента качества», «Производственная практика (технологическая практика)», «Преддипломная практика».

Дисциплина «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	10
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	4
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	6
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	130

Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	4
--	---

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Тема 1. Введение в САМ-системы. Цель и задачи дисциплины, ее связь с другими общетехническими дисциплинами. История создания САМ-систем. Требования к промышленной САМ-системе.	0,25			
Тема 2. Общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ – систем. Традиционная последовательность действий, не-обходимых для создания программы обработки детали для станка ЧПУ в САМ системе. Основные работы по настройке и внедрению САМ-системы предприятия. Настройка окружения обработки (инициализация). Задание заготовки. Загрузка и создание управляющей программы. Подготовка модели к обработке. Анализ геометрии. Выбор системы координат. Задание плоскости безопасности. Задание геометрии детали и заготовки. Задание режущего инструмента. Библиотека инструментов. Создание операции. Создание траекторий движения инструмента. Общие параметры траекторий. Задание режимов резания. Библиотека режимов резания. Процедура врезания инструмента в заготовку. Расчет и генерирование траектории перемещения инструмента. Проверка (верификация). Постпроцессирование (написание программы в G-кодах). Цеховая документация.	1			
Тема 3. Черновая обработка – операция	0,5			

<p>CAVITY MILL. Проверка траектории инструмента. Операция CAVITY MILL – основы. Уровни резания и шаблон резания. Параметры резания. Вспомогательные перемещения (Параметры без резания). Скорости и подачи. Верификация (проверка) операций. Операция CAVITY_MILL – доработка. Верификация операций – продолжение.</p>				
<p>Тема 4. 2.5-осевое фрезерование – обработка граней. 2.5-осевое фрезерование – обработка по Z-уровням. Операция FACE_MILLING. Операция FACE_MILLING_AREA. Контрольная геометрия. Особенности операции FACE_MILL. Вход на контур. Обработка поднутрений. Обработка наклонных граней. Операция SOLID_PROFILE_3D. Операция ZLEVEL_PROFILE. Операция ZLEVEL_CORNER. Операции по обработке граней с учетом заготовки. Операции FLOOR_MILLING, FLOOR_WALL_MILLING, WALL_MILLING. Перенос заготовки при обработке с перестановками. Обработка с использованием границ – PLANAR_MILL. Обработка контуров. Обработка тел на основе границ. Коррекция инструмента.</p>	0,5			
<p>Тема 5. 3-осевое фрезерование: контурные операции. Операции FIXED_CONTOUR и CONTOUR_AREA. Многопроходная контурная обработка. 3D-коррекция инструмента. Выделение наклонных и ненаклонных участков. Операция Вдоль потока – STREAMLINE. Обработка поднутрений на 3-осевом станке. Операции по доработке углов. Другие методы управления. Метод Линии/Точки. Метод Радиальное резание. Гравировка текста.</p>	0,5			
<p>Тема 6. 5-осевая позиционная обработка. 5-осевая позиционная обработка. Главная и локальные системы координат. 5-осевая</p>	0,5			

<p>непрерывная обработка. Операция Переменный контур – VARIABLE_CONTOUR. Управляющая поверхность. Ориентация инструмента. Обработка лопатки. Внешние управляющие поверхности. Обработка винта. Операция 5-осевая вдоль потока – VARIABLE_STREAMLINE. Обработка лопатки (продолжение). Операция Профиль по контуру – CONTOUR_PROFILE. Операция Переменный контур – Интерполяция вектора. Операция 5-осевая по Z-уровням – ZLEVEL_5AXIS. Преобразование 3-осевых операций в 5-осевые.</p>				
<p>Тема 7. Высокоскоростная обработка. Трохоидальный шаблон резания. Фрезерование погружением (PLUNGE_MILLING).</p>	0,25			
<p>Тема 8. Обработка отверстий. Сверление и другие осевые операции. Сверление отверстий произвольной ориентации. Использование геометрических групп. Нарезание резьбы метчиком. Операция Manual_hole_making. Фрезерование отверстий. Резьбофрезерование.</p>	0,25			
<p>Тема 9. Токарная обработка. Типовые операции при токарной обработке.</p>	0,25			
<p>Задание 1. Программирование фрезерной обработки в САМ-системах. Содержание работы: разработка управляющей программы фрезерной обработки, верификация операции, постпроцессирование.</p>			1	
<p>Задание 2. Программирование фрезерной обработки (черновая обработка) – операция CAVITY MILL. Содержание работы: уровни резания и шаблон резания. Параметры резания. Вспомогательные перемещения (параметры без резания). Скорости и подачи. Верификация (проверка) операции. Постпроцессирование.</p>			1	
<p>Задание 3. 2.5-осевое фрезерование – обработка граней. Содержание работы: операция FACE_MILLING. Операция FACE_MILLING_AREA. Контрольная геометрия. Особенности операции FACE_MILL. Вход на контур. Обработка поднутрений. Обработка наклонных граней. Операция SOLID_PROFILE_3D. Опе-</p>			1	

рация ZLEVEL_PROFILE. Операция ZLEVEL_CORNER.				
Задание 4. 3-осевое фрезерование: контурные операции. Содержание работы: Операции FIXED_CONTOUR и CONTOUR_AREA. Многопроходная контурная обработка. 3D-коррекция инструмента. Выделение наклонных и ненаклонных участков. Операция вдоль потока – STREAMLINE. Обработка поднутрений на 3-осевом станке. Операции по доработке углов. Другие методы управления.			1	
Задание 5. 5-осевая непрерывная обработка. Содержание работы: операция переменный контур – VARIABLE_CONTOUR. Управляющая поверхность. Ориентация инструмента. Обработка лопатки. Внешние управляющие поверхности. Обработка винта. Операция 5-осевая вдоль потока – VARIABLE_STREAMLINE.			1	
Задание 6. Обработка отверстий. Сверление и другие осевые операции. Сверление отверстий произвольной ориентации. Использование геометрических групп. Нарезание резьбы метчиком. Операция Manual_hole_making. Фрезерование отверстий. Резьбофрезерование.			1	
Изучение теоретических разделов дисциплины				10
Подготовка к лабораторным занятиям				10
Выполнение лабораторных работ, подготовка к защите практических работ				10
Выполнение, оформление и подготовка к защите РГР				100
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет с оценкой) 4				
ИТОГО по дисциплине	4	4	6	130

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	10
Подготовка к лабораторным занятиям	10
Выполнение лабораторных работ, подготовка к защите лабораторных работ	10
Выполнение, оформление и подготовка к защите РГР	100
	130

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1. Мычко, В.С. Программирование технологических процессов на станках с программным управлением [Электронный ресурс] : учеб.пособие / В.С. Мычко. – Минск: Выш. шк., 2010. – 287 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php?>, ограниченный. - Загл. с экрана. 2. Иванов, В. П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. – М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. Знание. 2015. – 235 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php?>, ограниченный. – Загл. С экрана.

2. Мещерякова, В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 336 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363500>

8.2 Дополнительная литература

1. Ведмидь, П.А. Программирование обработки в NX CAM / П. А. Ведмидь, А. В. Сулинов. - М.: ДМК Пресс, 2014. – 303 с.

2. Станочное оборудование машиностроительных производств. Учебник: в 2-х ч. /А.М. Гаврилин, В.И. Сотников, А.Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2013- Ч.1: станочное оборудование машиностроительных производств -415 с.

3. Станочное оборудование машиностроительных производств. Учебник: в 2-х ч.2 /А.М. Гаврилин, В.И. Сотников, А.Г. Схиртладзе.- Старый Оскол: ТНТ, 2013- 407 с.

4. Бржозовский, Б.М. Управление станками и станочными комплексами: учеб. для вузов / Б. М. Бржозовский, В. В. Мартынов, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2010. - 200 с.

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных моду-

лей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Для реализации программы дисциплины «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

134/3-2	Лаборатория «Станков с ЧПУ»	<p>Фрезерный станок HAAS VF-1;</p> <p>Токарный станок HAAS OL-1;</p> <p>Многоцелевой станок DMU 50 СЧПУ Sinumeric 840D sl</p>	<p>Многоинструментальный вертикально-фрезерный станок с контурной системой ЧПУ типа Fanuc предназначен для выполнения фрезерных, сверлильных и расточных операций.</p> <p>Многоринструментальный офисный токарный станок с контурной системой ЧПУ типа Fanuc, предназначенный для выполнения токарных, сверлильных и расточных операций. Станок оснащен шестипозиционной инструментальной оправкой.</p> <p>Станок DMU 50 Ecoline от DMG MORI. Этот универсальный станок с ЧПУ разработан по инновационной машиностроительной технологии. К отличительным особенностям относятся цифровые приводы по всем осям, быстрый ход до 24 м/мин. Самая последняя технология управления с панелью управления DMG ERGOline®, экраном 19" и программным обеспечением 3D гарантирует достижение самой высокой рабочей скорости, точности и надежности. Система ЧПУ SINUMERIC 840D SL. Наклонно-поворотный стол позволяет производить одновременную обработку заготовки по 5 осям, сохраняя высокий уровень точности. Станок оснащен координатными линейками и системой смыва стружки. Конус шпинделя SK40.</p>
204/3-2	Лаборатория «Информационных технологий в профессиональной деятельности»	Персональный компьютер Intel Core i3-4330 3,5 ГГц, ОЗУ 4 ГБ	Моделирование 3- D деталей, Моделирование 3 – D модели сборочного чертежа приспособления, расчет на прочность элементов сборочного чертежа

			приспособления в САЕ - системе
135/3-2	Лаборатория «САПР»	Тренажер «НААС» Тренажер «Sinu-train 4.5»	Тренажер полностью соответствует пульту управления фрезерного станка НААС VF-1 и токарного станка станка НААС OL-1. Позволяет выполнить проверку траектории движения программируемой точки инструмента заданной в управляющей программе. Тренажер полностью соответствует пульту управления фрезерного станка DMU50 с системой ЧПУ Sinumeric 840D sl SinuTrain – программный комплекс для обучения технологическому программированию систем ЧПУ. Основное назначение программного учебного комплекса SinuTrain – эффективная подготовка квалифицированных технологов-программистов и операторов для работы на современных станках с минимальными затратами. Sinustrain включает тест уроки и первые шаги для эффективного управления ЧПУ. Моделирование 3 D. Возможность отслеживать обработку детали.

10.2 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер)).

Практические занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитория № 204/3-2, 134/3-2, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 6:

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 204/3 корпус № 2).

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных

кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

В процессе подготовки отчетов к лабораторным работам и курсовой работе активно используется текстовый процессор.

Для вычерчивания 3-D чертежей деталей и проектирования технологической операции применяются следующие информационные технологии:

- лицензированные программные продукты T-FLEX CAD 3D. Лицензионное соглашение №А00006423 от 24.12.2014, договор АЭ223 № 007/57 от 15.12.2014.
- лицензированные программные продукты NX Academic Perpetual License 60. Лицензия, Installation Number: 1252056 от 23.12.2010.

При изучении дисциплины для выполнения лабораторных работ, расчетно-графического задания рекомендуется использовать следующее свободно распространяемое и лицензионное программное обеспечение и интернет-ресурсы:

- текстовый процессор со свободной лицензией;
- браузер Internet Explorer (компонент операционной системы).

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах»

Направление подготовки	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Направленность (профиль) образовательной программы	Технология машиностроения
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Машиностроение»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
<p>ПК-16 способностью осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации</p>	<p>Знает методы эффективного программирования. Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной, токарной группы с линейными и угловыми осями; Владеет навыками по программированию многоосевой и многоконтурной обработки</p>	<p>Знает методы эффективного программирования. Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной, токарной группы с линейными и угловыми осями; Владеет навыками по программированию многоосевой и многоконтурной обработки</p>
<p>ПК-19 способностью осваивать и применять современные методы организации и управления машиностроительными производствами, выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, оценке их инновационного потенциала, по определению соответствия выпускаемой продукции требованиям регламентирующей документации, по стандартизации, унификации технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления выпускаемой продукцией</p>	<p>Знает общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ - систем; Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной, токарной группы с линейными и угловыми осями; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</p>	<p>Знает общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ - систем; Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной, токарной группы с линейными и угловыми осями; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Тема 1. Введение в САМ-системы	ПК-16	<i>Собеседование</i>	<i>Знает общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ - систем; Знает методы эффективного программирования.</i>
Тема 2. Общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ – систем	ПК-16 ПК-19	<i>Лабораторная работа №1, курсовая работа , собеседование</i>	<i>Знает общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ - систем; Знает методы эффективного программирования; Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной, токарной группы с линейными и угловыми осями; Умеет использовать эффективные методы программирования.</i>
Тема 3. Черновая обработка – операция CAVITY MILL. Проверка траектории инструмента.	ПК-16 ПК-19	<i>Лабораторная работа №2, собеседование, РГР</i>	<i>Знает общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ - систем; Знает различные стратегии обработки заготовок; черновые и чистовые траектории обработки; Знает методы эффективного программирования; Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной группы с линейными и угловыми осями; Умеет использовать эффективные методы программирования; Владеет навыками подбора конкретных систем ЧПУ; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</i>
Тема 4. 2.5-осевое фрезерование – обработка граней.	ПК-16 ПК-19	<i>лабораторная работа №3, собеседование, РГР</i>	<i>Знает общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ - систем; Знает различные стратегии обработки заготовок; черновые и чистовые траектории обработки; Знает методы эффективного программирования; Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной группы с линейными и угловыми осями; Умеет использовать эффективные методы программирования; Владеет навыками подбора конкретных систем ЧПУ; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</i>

Тема 5. 3-осевое фрезерование: контурные операции.	ПК-16 ПК-19	<i>Лабораторная работа №4, собеседование, РГР</i>	<p><i>Знает общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ - систем;</i> <i>Знает различные стратегии обработки заготовок; черновые и чистовые траектории обработки;</i> <i>Знает методы эффективного программирования;</i> <i>Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной группы с линейными и угловыми осями;</i> <i>Умеет использовать эффективные методы программирования;</i> <i>Владеет навыками подбора конкретных систем ЧПУ;</i> <i>Владеет навыками по программированию многоосевой и многоконтурной обработки;</i> <i>Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</i></p>
Тема 6. 5-осевая непрерывная обработка.	ПК-16 ПК-19	<i>Лабораторная работа №5, собеседование, РГР</i>	<p><i>Знает общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ - систем;</i> <i>Знает различные стратегии обработки заготовок; черновые и чистовые траектории обработки;</i> <i>Знает методы эффективного программирования;</i> <i>Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной группы с линейными и угловыми осями;</i> <i>Умеет использовать эффективные методы программирования;</i> <i>Владеет навыками подбора конкретных систем ЧПУ;</i> <i>Владеет навыками по программированию многоосевой и многоконтурной обработки;</i> <i>Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</i></p>
Тема 7. Высоко-скоростная обработка.	ПК-16 ПК-19	<i>Собеседование, РГР</i>	<p><i>Знает общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ - систем;</i> <i>Знает различные стратегии обработки заготовок; черновые и чистовые траектории обработки;</i> <i>Знает методы эффективного программирования;</i> <i>Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной группы с линейными и угловыми осями;</i> <i>Умеет использовать эффективные методы программирования;</i> <i>Владеет навыками подбора конкретных систем ЧПУ;</i> <i>Владеет навыками по программированию многоосевой и многоконтурной обработки;</i> <i>Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</i></p>
Тема 8. Обработка отверстий.	ПК-16 ПК-19	<i>Практическая работа</i>	<p><i>Знает общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ - систем;</i></p>

		<i>№бе, собе- седование, РГР</i>	<i>Знает различные стратегии обработки заготовок; черновые и чистовые траектории обработки; Знает методы эффективного программирования; Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ фрезерной группы с линейными и угловыми осями; Умеет использовать эффективные методы программирования; Владеет навыками подбора конкретных систем ЧПУ; Владеет навыками по программированию многоосевой и многоконтурной обработки; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</i>
Тема 9. Токарная обработка.	ПК-16 ПК-19	<i>Собеседование, РГР</i>	<i>Знает общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ - систем; Знает различные стратегии обработки заготовок; черновые и чистовые траектории обработки; Знает методы эффективного программирования; Умеет составлять управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ токарной группы с линейными и угловыми осями; Умеет использовать эффективные методы программирования; Владеет навыками подбора конкретных систем ЧПУ; Владеет навыками по программированию многоосевой и многоконтурной обработки; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</i>

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
8 семестр Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»			
Защита лабораторных работ (6 работ)	В течение семестра	8 баллов за одну работу	8 баллов – студент правильно и полностью выполнил лабораторную работу. Показал

			<p>отличные знания и умения в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>4 балла – студент выполнил лабораторную работу с неточностями и/или не полностью. Показал хорошие знания и умения в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>2 балла – студент выполнил лабораторную работу не в срок. Показал хорошие знания и умения в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>0 баллов – задание не выполнено</p>
Расчетно-графическая работа	В конце семестра	25 баллов	<p>25 баллов – студент правильно и полностью выполнил расчетно-графическую работу (РГД). Показал отличные знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>13 баллов – студент выполнил РГД с неточностями и/или не полностью. Показал хорошие знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>6 баллов – студент выполнил РГД не в срок. Показал удовлетворительные знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>0 баллов – задание не выполнено.</p>
Собеседование (9 тем)	В течение семестра	3 балла за одну тему	<p>3 балла – студент правильно ответил на поставленные теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного</p>

			<p>учебного материала. 2 балла – студент ответил на поставленные теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>1 балл – студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>0 баллов – при ответе на большинство теоретических вопросов студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.</p>
ИТОГО:	-	100 баллов	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

Задания для текущего контроля

Пример задания на лабораторную работу 1

Научиться разрабатывать фрезерную операцию обработки призматической детали в САМ системе NX. Знакомство с методикой разработки фрезерной операции обработки призматической детали в САМ системе NX. Выполнение инициализации окружающей среды. Подготовка модели к обработке. Выполнение анализа геометрии. Выбор системы координат. Задание плоскости безопасности. Задание геометрии детали и заготовки. Задание режущего инструмента. Создание операции. Расчет и генерирование траектории перемещения инструмента. Выполнение проверки (верификация). Выполнение постпроцессирования. Проверка управляющей программы на тренажере.

Пример задания на лабораторную работу 2

Научиться разрабатывать фрезерную обработку (черновая обработка) – операция CAVITY MILL. Содержание работы: уровни резания и шаблон резания. Параметры резания. Вспомогательные перемещения (параметры без резания). Скорости и подачи. Верификация (проверка) операции. Постпроцессирование.

Пример задания на лабораторную работу 3

Научиться разрабатывать операцию 2.5-осевого фрезерования – обработка граней. Содержание работы: операция FACE_MILLING. Операция FACE_MILLING_AREA. Контрольная геометрия. Особенности операции FACE_MILL. Вход на контур. Обработка поднутрений. Обработка наклонных граней. Операция SOLID_PROFILE_3D. Операция ZLEVEL_PROFILE. Операция ZLEVEL_CORNER.

Пример задания на лабораторную работу 4

Научиться разрабатывать операцию 3-осевого фрезерования: контурные операции. Содержание работы: Операции FIXED_CONTOUR и CONTOUR_AREA. Многопроходная контурная обработка. 3D-коррекция инструмента. Выделение наклонных и ненаклонных участков. Операция вдоль потока – STREAMLINE. Обработка поднутрений на 3-осевом станке. Операции по доработке углов. Другие методы управления.

Пример задания на лабораторную работу 5

Научиться разрабатывать 5-осевую непрерывную обработку. Содержание работы: операция переменный контур – VARIABLE_CONTOUR. Управляющая поверхность. Ориентация инструмента. Обработка лопатки. Внешние управляющие поверхности. Обработка винта. Операция 5-осевая вдоль потока – VARIABLE_STREAMLINE.

Пример задания на лабораторную работу 6

Научиться разрабатывать операцию сверлильной обработки. Сверление и другие осевые операции. Сверление отверстий произвольной ориентации. Использование геометрических групп. Нарезание резьбы метчиком. Операция Manual_hole_making. Фрезерование отверстий. Резьбофрезерование.

Пример задания для выполнения расчетно-графической работы

Разработать технологическую операцию обработки детали на станке с ЧПУ в САМ-системе в NX 8.5 с последующим постпроцессированием и получением управляющей программы для станка с ЧПУ. Исходными данными для разработки управляющей программы являются: 1) Чертеж детали (3D модель); 2) Содержание технологической операции, на которую планируется разработать управляющую программу с операционным эскизом. Операционный эскиз принимают к рассмотрению из технологической карты на операцию (карты эскизов) или разрабатывают самостоятельно; 3) Тип производства для всех вариантов принимают средне серийным.



Расчетно-графическая работа выполняется в следующей последовательности:

1. Проектирование управляющей программы в САМ-системах:
 - 1.1 Анализ чертежа детали;
 - 1.2 Выбор станка и описание его технических характеристик;
 - 1.3 Разработка последовательности технологической обработки;
 - 1.4 Выбор инструмента и расчет режимов резания;
2. Расчет и генерирование траектории перемещения инструмента;
 - 2.1 Инициализация – выбор окружения обработки;
 - 2.2 Подготовка модели к обработке. Анализ геометрии;
 - 2.3 Выбор системы координат. Задание плоскости безопасности;
 - 2.4 Задание геометрии детали и заготовки;
 - 2.5 Задание режущего инструмента;
 - 2.6 Создание операции;
 - 2.7 Расчет и генерирование траектории перемещения инструмента;
 - 2.8 Проверка (верификация);
 - 2.9 Постпроцессирование (написание программы в G-кодах);

Вопросы для собеседования в рамках текущего контроля

1. Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования технологий обработки; автоматической или автоматизированной разра-

- ботки программ обработки деталей или технологической оснастки на станках с ЧПУ и проверки программ имитацией обработки.
2. Что такое постпроцессор?
 3. Какие автоматизированные системы используются при разработке УП для станков с ЧПУ?
 4. Как называется законченный процесс обработки детали одним инструментом при программировании обработки для оборудования с ЧПУ?
 5. Укажите основные преимущества системы NX ЧПУ.
 6. Укажите разновидности стратегий класса «Объемное фрезерование».
 7. Верно ли утверждение, что в современных САМ-системах имеется возможность автоматической оптимизации формируемой траектории инструмента?
 8. Какие виды оптимизации формируемой траектории инструмента существуют в САМ-системах?
 9. Как называются системы, разработанные для непосредственной проверки УП и обеспечивающие реалистичную имитацию работы станка при отработке на нем УП?
 10. Как называется функция САМ-системы, позволяющая визуализировать процесс съема материала с заготовки по готовым управляющим программам?
 11. Как называется функция САМ-системы, позволяющая контролировать процесс обработки, принимая во внимание движение и взаимное расположение исполнительных органов станка, используемой оснастки и инструмента?
 12. Как называется функция САМ-системы, позволяющая оценить качество обработки путем сравнения обработанной заготовки с моделью детали и провести измерение геометрических параметров?
 13. Как называется функция САМ-системы, позволяющая замкнуть цепь «конструктор-технолог-программист ЧПУ», при этом 3D-модель обработанной детали из САМ-системы переносится в САД-систему в формате IGES или STL?
 14. Как называется функция САМ-системы, позволяющая осуществить корректировку подачи для ускорения процесса обработки и улучшения качества обрабатываемых поверхностей?
 15. Для какого типа станков применение современных САМ-систем дает наибольший эффект?
 16. Какие программы, позволяющие автоматизировать процесс подготовки УП для станков с ЧПУ?
 17. Как называется процесс преобразования УП из ее первоначального формата в формат CLDATA?
 18. Какие виды программноносителей, используемых при передаче управляющих программ на станок с ЧПУ.
 19. Какие виды интерполяции существуют при программировании оборудования с ЧПУ?
 20. Какие автоматизированные системы используются при разработке УП для станков с ЧПУ?
 21. Как называется законченный процесс обработки детали одним инструментом при программировании обработки для оборудования с ЧПУ?
 22. Для какого типа станков применение современных САМ-систем дает наибольший эффект?
 23. Что понимается под подготовкой модели к производству?
 24. Для чего используется система координат станка СКС X_M, Y_M, Z_M в САМ системе NX?
 25. Для чего используется рабочая система координат (РСК) X_C, Y_C, Z_C в САМ системе NX?

26. Что понимают под плоскостью безопасности в NX?
27. Для чего задают плоскость безопасности?
28. Что означает статус в навигаторе операций – значок перечеркнутый круг  ?
29. Что означает статус в навигаторе операций – значок восклицательный знак ! ?
30. Что означает статус в навигаторе операций – значок галочка  ?
31. Что понимают под постпроцессированием?
32. 3В какой последовательности создается управляющая программа в NX?
33. Что понимают под цеховой документацией в NX?
34. Языки программирования обработки. Код ISO-7bit.
35. Языки программирования высокого уровня.
36. Способы создания управляющих программ.
37. Порядок разработки управляющей программы.
38. Структура управляющей программы.
39. Понятия кадр, слово, адрес.
40. Модальные и немодальные коды.
41. Формат программы.
42. Строка безопасности.
43. Системы координат. Прямоугольная система координат. Полярная система координат. Абсолютные и относительные координаты.
44. Станочная система координат.
45. Нулевая точка станка. Базовые точки рабочих органов станка. Обозначения осей координат в станке.
46. Система координат детали (программы). Принципы выбора начала координат программы.
47. Система координат инструмента.
48. Связь систем координат.
49. Адреса смещений нулевой точки G54-G59.
50. Позиционирование на быстром ходу. Возврат в референтную позицию.
51. Понятие интерполяции.
52. Линейная интерполяция.
53. Круговая интерполяция.
54. Винтовая интерполяция.
55. Цилиндрическая интерполяция.
56. Сплайновая и другие виды интерполяции.
- a. Базовые G-коды.
57. Базовые M-коды.
- a. Останов выполнения управляющей программы – M00 и M01.
 - b. Управление вращением шпинделя – M03, M04, M05.
 - c. Управление подачей смазочно-охлаждающей жидкости – M07, M08, M09.
 - d. Автоматическая смена инструмента M06.
 - e. Завершение программы – M30 и M02.
58. Компенсация длины инструмента.
59. Коррекция на радиус инструмента.
60. Коррекция траектории.
61. Смена, активация, подвод и отвод инструмента.
62. Задание параметров контроля инструмента.
63. Типовые схемы фрезерования на станках с ЧПУ.
- a. Программирование типовых фрезерных переходов.
 - b. Постоянные фрезерные циклы.

- с. Постоянные циклы обработки отверстий на станках с ЧПУ.
64. Стандартный цикл сверления и цикл сверления с выдержкой.
 65. Относительные координаты в постоянном цикле.
 66. Циклы прерывистого сверления.
 67. Циклы нарезания резьбы.
 68. Циклы растачивания.
 69. Работа с угловыми координатами.
 70. Особенности программирования станков с непрерывной и с индексной угловой координатой.
 71. Порядок токарной обработки на станках с ЧПУ.
 72. Особенности структуры программы.
 73. Постоянные циклы токарной обработки.
 74. Постоянные циклы нарезания резьбы.
 75. Коррекция на инструмент при токарной обработке.
 76. Особенности работы с фрезерным шпинделем.
 77. Работа с полярной координатой.
 78. Интерполяция в полярных координатах при обработке на токарных обрабатывающих центрах.
 79. Принципы организации.
 80. Синхронизация программ.
 81. Особенности программирования обработки на шлифовальных и зуборезных станках с ЧПУ.
 82. Задание параметров цикла.
 83. Подпрограммы.
 84. Параметрическое программирование.
 85. Диалоговое программирование.
 86. Создание УП на персональном компьютере.
 87. Основные принципы создания управляющих программ в САМ-системах
 88. Основные компоненты устройства ЧПУ.
 89. Основные режимы работы.
 90. Основные области управления на примере Fanuc.
 91. Реферирование.
 92. Привязка инструмента. Особенности привязки инструмента на фрезерных и токарных станках.
 93. Привязка заготовки. Способы привязки заготовок на фрезерных и токарных станках. Работа с тактильными датчиками. Автоматические измерительные циклы.
 94. Передача управляющей программы на станок.
 95. Проверка управляющей программы на станке.
 96. Отладка программы.
 97. Особенности отработки программы в режиме DNC.

