

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Саблин П.А.

ФИО декана

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

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра «Машиностроение»</i>

Разработчик рабочей программы:

Доцент, канд. техн.наук, доцент

(должность, степень, ученое звание)



(подпись)

Пронин А.И.

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Машиностроение

(наименование кафедры)

(подпись)

Отряскина Т.А.

(ФИО)

1 Общие положения

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 от 17.08.2020 № 1044, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Технология машиностроения» по направлению подготовки «15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 40.031 «СПЕЦИАЛИСТ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ».

Обобщенная трудовая функция: А Технологическая подготовка производства деталей машиностроения низкой сложности.

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 планируемыми результатами образовательной программы

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.

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-2 Способен к разработке технологических процессов изготовления деталей машиностроения	ПК-2.1 Знает методы и способы разработки технологических процессов изготовления деталей машиностроения ПК-2.2 Умеет разрабатывать технологические процессы	Знает методы и способы разработки технологических процессов изготовления деталей машиностроения. Умеет разрабатывать

	изготовления деталей машиностроения ПК-2.3 Владеет навыками разработки технологических процессов изготовления деталей машиностроения	технологические процессы изготовления деталей машиностроения. Владеет навыками разработки технологических процессов изготовления деталей машиностроения.
--	---	---

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

Место дисциплины (этап формирования компетенции) отражено в схеме формирования компетенций, представленной в документе *Оценочные материалы*, размещенном на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет* / *Образование* / «15.03.01 «Машиностроение» / *Оценочные материалы*).

Основные методы и способы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям низкой сложности Дисциплина «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения практических занятий, лабораторных работ, выполнения курсовых проектов.

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

4.1 Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения

Дисциплина «Насосы и компрессоры» изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 48 ч., промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой 4 ч., самостоятельная работа обучающихся работа 168 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	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.	1					

<p>Тема 2. Общий подход к созданию программ для станков с ЧПУ при помощи САМ – систем.</p> <p>Традиционная последовательность действий, необходимых 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.</p>	2					
<p>Тема 3. Черновая обработка – операция CAVITY MILL. Проверка траектории инструмента.</p> <p>Операция CAVITY MILL – основы. Уровни резания и шаблон резания. Параметры резания.</p> <p>Вспомогательные перемещения (Параметры без резания). Скорости и подачи.</p>	2					

<p>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 поднутренний. 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>	2					
<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</p>	2					

поднутрений на 3-осевом станке. Операции по доработке углов. Другие методы управления. Метод Линии/Точки. Метод Радиальное резание. Гравировка текста.						
<p>Тема 6. 5-осевая позиционная обработка. 5-осевая позиционная обработка. Главная и локальные системы координат. 5-осевая 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>	2					
<p>Тема 7. Высокоскоростная обработка. Трохоидальный шаблон резания. Фрезерование погружением (PLUNGE_MILLING).</p>	2					
<p>Тема 8. Обработка отверстий. Сверление и другие осевые операции. Сверление отверстий произвольной ориентации. Использование геометрических групп. Нарезание резьбы метчиком. Операция Manual_hole_making.</p>	2					10

Фрезерование отверстий. Резьбофрезерование.						
Тема 9. Токарная обработка. Типовые операции при токарной обработке.	1					
Задание 1. Программирование фрезерной обработки в САМ-системах. Содержание работы: разработка управляющей программы фрезерной обработки, верификация операции, постпроцессирование.		2				
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.		2				
Задание 3. 2.5-осевое фрезерование – обработка граней. Содержание работы: операция FACE_MILLING. Операция FACE_MILLING_AREA. Контроль-ная геометрия. Особенности операции FACE_MILL. Вход на контур. Обработка поднутрений. Обработка наклонных граней. Операция SOLID_PROFILE_3D. Операция ZLEVEL_PROFILE. Операция ZLEVEL_CORNER.		4				
Задание 4. 3-осевое фрезерование: контурные операции. Содержание работы: Операции FIXED_CONTOUR и		4				

<p>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.</p>						
<p>Задание 5. 3-осевое фрезерование: многопроходная контурная обработка . Содержание работы: Операции FIXED_CONTOUR и CONTOUR_AREA могут быть многопроходными и применяться как черновые или получистовые. Особенно полезно это для пологих криволинейных поверхностей, где классическая черновая обработка (CAVITY_MILL), выполняемая послойно, дает большие ступеньки между уровнями. Контурная многопроходная обработка выполняется уровнями, смещенными от обрабатываемой поверхности на величину глубины резания.</p>		4	1			
<p>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.</p>		4				
<p>Задание 7. Симуляция движения узлов станка в NX. Симуляция движения узлов станка в NX интегрирована с постпроцессором и осу-</p>		4				

ществляется в кодах станка (G-кодах), что позволяет избежать процесса отладки программ на станке и освободить станок для производительной работы.						
Задание 8. Особенности использования библиотек NX. Постпроцессоры. Цеховая документация. В NX имеется библиотека режущего и вспомогательного инструмента (держателей), а также встроена библиотека режимов резания. Эти библиотеки рассматриваются как базовые и могут пополняться новой информацией. Однако, для создания фундаментальных библиотек следует использовать встроенный «Менеджер ресурсов».		4				
Задание 9. Токарная обработка. Обработка тел вращения при современном уровне достижения точности интерполяции контурных и сложно-профильных поверхностей может выполняться на различных станках, а не только традиционных токарных.		4				
Изучение теоретических разделов дисциплины						20
Подготовка к практическим занятиям						20
Выполнение практических работ, подготовка к защите практических работ работ						10
Выполнение, оформление и подготовка к защите контрольной работы						118
Зачет с оценкой						
ИТОГО по дисциплине	16	32				168

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

Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде, также фонды оценочных средств доступны студентам в личном кабинете – раздел учебно-методическое обеспечение.

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Основная и дополнительная литература

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств / Рабочий учебный план / Реестр литературы.*

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>

6.2 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.

6.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Программирование фрезерной обработки в САМ - системах: методические указания к выполнению практической работы по дисциплине «Программирование станков с ЧПУ в САМ-системах» / сост. А. И. Пронин. - Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2020. - 34 с.

2. Программирование фрезерной обработки (черновая обработка) – операция SAVITУ MILL: методические указания к выполнению практической работы по дисциплине «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» / сост. А. И. Пронин. - Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. - 33 с.
3. 2.5-осевое фрезерование – обработка граней: методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» / сост. А. И. Пронин. - Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. - 23 с.
4. 2.5-осевое фрезерование – обработка по z - уровням: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» / сост. А. И. Пронин. - Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. - 12 с.
5. 2.5-осевое фрезерование – операции planar_mill: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» / сост. А. И. Пронин. - Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. - 19 с.
6. 3-осевое фрезерование: контурные операции: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» / сост. А.И. Пронин. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. - 22 с.
7. 3-осевое фрезерование: многопроходная контурная обработка: методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» / сост. А.И. Пронин. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. - 28 с.
8. Обработка отверстий: методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» / сост. А. И. Пронин. - Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. - 20 с.
9. Токарная обработка: методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Программирование на станках с ЧПУ в САМ-системах» / сост. А. И. Пронин. - Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. - 23 с.

6.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Каждому обучающемуся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, с которыми у университета заключен договор.

Перечень рекомендуемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств / Рабочий учебный план / Реестр ЭБС.*

Актуальная информация по заключенным на текущий учебный год договорам приведена на странице Научно-технической библиотеки (НТБ) на сайте университета <https://knastu.ru/page/3244>

6.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

На странице НТБ можно воспользоваться интернет-ресурсами открытого доступа по укрупненной группе направлений и специальностей (УГНС) 15.00.00 Машиностроение

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

7.1 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.

7.2 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.

7.3 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.

7.4 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 наиболее важному средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

7.5 Методические рекомендации 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.

8 Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
201/3-2	Учебная, медиа	1 персональная ЭВМ; 1 экран с проектором	Проведение лекционных занятий в виде презентаций, просмотр видеофильмов.
204/3-2	Лаборатория «Информационных технологий в профессиональной деятельности»	13 персональных ЭВМ; 1 экран с проектором	Проведение практических занятий в виде презентаций и лабораторных занятий на тренажерах.

8.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Состав программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины, приведен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств / Рабочий учебный план / Реестр ПО.*

Актуальные на текущий учебный год реквизиты / условия использования программного обеспечения приведены на странице ИТ-управления на сайте университета: <https://knastu.ru/page/1928>

8.1 Учебно-лабораторное оборудование

Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Лаборатория «Информационных технологий в профессиональной деятельности»	Тренажер «НААС» (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). Персональный компьютер Intel Core i3-4330 3,5 ГГц, ОЗУ 4 ГБ (Моделирование 3- D деталей). Тренажер «Sinutrain 4.5» (Тренажер полностью соответствует пульту управления фре-зерного станка DMU50 с системой ЧПУ Sinumeric 840D sl SinuTrain – программный ком-плекс 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. Sinutrain включает тест уроки и первые шаги

8.2 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/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Практические занятия.

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитория, оснащенная оборудованием, указанным в табл. п. 8.1.

Самостоятельная работа.

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

- зал электронной информации НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы факультета.

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.

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Саблин П.А.

ФИО декана

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
Обеспечивающее подразделение	
<i>Кафедра «Машиностроение»</i>	

Комсомольск-на-Амуре 2023

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
Общепрофессиональные		
Профессиональные		
ПК-2 Способен к разработке технологических процессов изготовления деталей машиностроения	<p>ПК-2.1 Знает методы и способы разработки технологических процессов изготовления деталей машиностроения</p> <p>ПК-2.2 Умеет разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машиностроения</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками разработки технологических процессов изготовления деталей машиностроения</p>	<p>Знает методы и способы разработки технологических процессов изготовления деталей машиностроения.</p> <p>Умеет разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машиностроения.</p> <p>Владеет навыками разработки технологических процессов изготовления деталей машиностроения.</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 - 2	<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 - 2	<i>Лабораторная работа №1, КР, 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 - 2	<i>Лабораторная работа №2, собеседование, КР</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 про-</i>

			<p>граммы 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.</p>
Тема 4. 2.5-осевое фрезерование – обработка граней.	ПК - 2	лабораторная работа №3, собеседование, КР	<p>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.</p>
Тема 5. 3-осевое фрезерование: контурные операции.	ПК - 2	Лабораторная работа №4, собеседование, КР	<p>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 программированию многоосевой и многоконтурной обработки; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</p>
Тема 6. 5-осевая позиционная обработка.	ПК - 2	Лабораторная работа №5, 7, 8 собеседование, КР	<p>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 ме-</p>

			<p>тоды программирования; Владеет навыками подбора конкретных систем ЧПУ; Владеет навыками по программированию многоосевой и многоконтурной обработки; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</p>
Тема 7. Высоко-скоростная обработка.	ПК - 2	Собеседование, КР	<p>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 программированию многоосевой и многоконтурной обработки; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</p>
Тема 8. Обработка отверстий.	ПК - 2	Лабораторная работа №6, собеседование, КР	<p>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 программированию многоосевой и многоконтурной обработки; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</p>
Тема 9. Токарная обработка.	ПК - 2	Лабораторная работа №9, собеседование, КР	<p>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</p>

			<p>систем ЧПУ; Владеет навыками по программированию многоосевой и многоконтурной обработки; Владеет навыками по эффективной отладке управляющих программ.</p>
--	--	--	---

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
7 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»</i>				
1	Защита практических работ (11 работ)	В течение семестра	2 балла за одну работу	<p>22 балла – студент правильно и полностью выполнил практическое задание. Показал отличные знания и умения в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>11 баллов – студент выполнил практическое задание с неточностями и/или не полностью. Показал хорошие знания и умения в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>6 баллов – студент выполнил практическое задание не в срок. Показал хорошие знания и умения в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>0 баллов – задание не выполнено</p>
2	Собеседование (10 тем)	В течение семестра	1 балл за одну тему	<p>10 баллов – студент правильно ответил на поставленные теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>5 баллов – студент ответил на поставленные теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>2 балла – 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>
3	Контрольная работа	В конце семестра	33 балла	33 балла – студент правильно и полностью выполнил контрольную работу

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<p>(КР). Показал отличные знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>16 баллов – студент выполнил КР с неточностями и/или не полностью. Показал хорошие знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>8 баллов – студент выполнил КР не в срок. Показал удовлетворительные знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>0 баллов – задание не выполнено.</p>
	Текущий контроль		65 балла	
	Зачет с оценкой		35 баллов	
			Теоретический вопрос – оценивание уровня усвоенных знаний (в билете 3 вопроса по 8 баллов)	<p>Один вопрос:</p> <p>8 баллов - студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>4 балла - студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>2 балла - студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов - при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p>
			Практическая задача – оценивание уровня усвоенных умений и навыков (в билете 1 задача 12 баллов)	<p>Одна задача:</p> <p>11 баллов - студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>6 баллов - студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>3 балла - студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетвори-</p>

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
			тельные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 0 баллов - при выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
ИТОГО:	-	100 баллов	
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 34 % от максимально возможной суммы баллов – «не удовлетворительно»; 35% -51% от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно»; 52% - 71% от максимально возможной суммы баллов – «хорошо»; 72 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» .			

Задания для текущего контроля

Пример задания на практическую 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 постпроцессоринг. Проверка управляющей программы на тренажере.

Пример задания на практическую 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. Постпроцессоринг.

Пример задания на практическую 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 практическую 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 практическую 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 практическую 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 на практическую работу 7

Научиться выполнять симуляцию движения узлов станка в NX. Симуляция движения узлов станка в NX интегрирована с постпроцессором и осуществляется в кодах станка (G-кодах), что позволяет избежать процесса отладки программ на станке и освободить станок для производительной работы.

Пример задания на практическую работу 8

Изучить особенности использования библиотек NX. Постпроцессоры. Цеховая документация. В NX имеется библиотека режущего и вспомогательного инструмента (держателей), а также встроена библиотека режимов резания. Эти библиотеки рассматриваются как базовые и могут пополняться новой информацией. Однако, для создания фундаментальных библиотек следует использовать встроенный «Менеджер ресурсов».

Пример задания на практическую работу 9

Научиться разрабатывать токарную операцию. Обработка тел вращения при современном уровне достижения точности интерполяции контурных и сложно-профильных поверхностей может выполняться на различных станках, а не только традиционных токарных.

Пример задания для выполнения контрольной 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 разработки 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 подач 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 программоносителей, 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. В 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.
 - c. 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.

