Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 12:26:17
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы программирования станков и установок с ЧПУ»

Направление подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Компьютерное проектирование оборудования и производств»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик:

к.т.н., доцент_____/И.В. Манаенков/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Технологии
и оборудование машиностроения»,
к.т.н., доцент /А.В. Александров/

Содержание

. 3
1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине..... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 10
7. Фонд оценочных средств 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Основы программирования станков и установок с ЧПУ» следует отнести:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению;
- формирование профессиональных знаний и умений по данному направлению;

К **основным задачам** освоения дисциплины «Основы программирования станков и установок с ЧПУ» следует отнести:

- изучение и привитие практических навыков по вопросам, связанным с освоением и эксплуатацией машин, технологического оборудования и технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, техническому оснащению рабочих мест, а также наладке технологического оборудования и программных средств.

Обучение по дисциплине «Основы программирования станков и установок с ЧПУ» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2 Способен оформлять с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологическую документацию для технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности	ИПК-2.1 Владеет оформлением с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологической документации для технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. ИПК-2.2 Умеет оформлять с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологическую документацию для технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. ИПК-2.3 Знает правильное оформление технологической документации с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем для технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности
ПК-3 Способен исследовать с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности	ИПК-2.1 Владеет способами исследования с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологических операций процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. ИПК-2.2 Умеет исследовать с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологические операции технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. ИПК-2.3 Знает способы исследования с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологических операций технологических процессов изготовления

	машиностроительных изделий средней сложности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к числу профессиональных учебных элективных дисциплин базового цикла (Б1) ООП. Дисциплина логически взаимосвязана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Роботы и робототехнические устройства;
- Технология машиностроения

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часа). Изучается на 8 семестре обучения. Форма промежуточной аттестации - зачет.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			8 семестр	
1	**Аудиторные занятия**	**72**	**72**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	36	
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	
1.3	Лабораторные занятия	18	18	
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**	
	В том числе:			
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ			
2.2	Самостоятельное изучение	72	72	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачет**	**зачет**	
	Итого	**144**	**144**	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час		
		Всего	Аудиторная работа	Са

		о	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	**мостоятельная работа**
1	Технологическая подготовка производства на станках с ЧПУ. Числовое программное управление оборудованием		4	2	2		8
2	Формат управляющей программы. Кодирование подготовительных функций		4	2	2		8
3	Программирование циклов		4	2	2		8
4	Кодирование вспомогательных функций. Программирование размерных перемещений		4	2	2		8
5	Особенности разработки РТК для фрезерных и многооперационных станков		4	2	2		8
6	Линейная интерполяция. Задание размеров в приращениях. Задание размеров в абсолютных значениях. Ввод плавающего нуля. Нарезание резьбы.		4	2	2		8
7	Программирование состояния станка. Программирование коррекции инструмента. Программирование подпрограмм. Разработка карты наладки.		4	2	2		8
8	Настройка токарных станков с ЧПУ. Настройка фрезерных станков с ЧПУ		4	2	2		8
9	Оснастка фрезерного станка. Привязка заготовки и режущего инструмента на фрезерном станке. Настройка многооперационных станков с ЧПУ		4	2	2		8

3.3 Содержание дисциплины

1. Технологическая подготовка производства на станках с ЧПУ. Числовое программное управление оборудованием. Особенности проектирования технологического процесса на станках с ЧПУ. Система координат и базовые точки станка. Структура управляющей программы

2. Формат управляющей программы. Кодирование подготовительных функций

3. Программирование циклов. Технологические решения в циклах.

4. Кодирование вспомогательных функций. Программирование размерных перемещений. Разработка расчетно-технологической карты.

5. Особенности разработки РТК для фрезерных и многооперационных станков

6. Линейная интерполяция. Задание размеров в приращениях. Задание размеров в абсолютных значениях. Ввод плавающего нуля. Нарезание резьбы.

7. Программирование состояния станка. Программирование коррекции инструмента. Программирование подпрограмм. Разработка карты наладки.

8. Настройка токарных станков с ЧПУ. Настройка фрезерных станков с ЧПУ. Подготовка, настройка и установка режущего и вспомогательного инструмента. Особенности разработки РТК для токарных станков. Требования к режущему инструменту для станков с ЧПУ. Установление рабочих органов станка в исходное положение.

9. Оснастка фрезерного станка. Привязка заготовки и режущего инструмента на фрезерном станке. Настройка многооперационных станков с ЧПУ

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Лабораторные занятия

Лабораторная и практическая работа № 1 Изучение устройства фрезерного многоцелевого станка с ЧПУ модели MIKRON VCE 600 Pro
Лабораторная и практическая работа № 2 Изучение основ программирования HEIDENHAIN iTNC 530 для фрезерного станка
Лабораторная и практическая работа № 3 Изучение стандартных циклов УЧПУ HEIDENHAIN iTNC 530, установленной на фрезерном станке MIKRON VCE 600 Pro
Лабораторная и практическая работа № 4 Изучение режимов работы станка модели MIKRON VCE 600 Pro системой управления HEIDENHAIN iTNC 530
Лабораторная и практическая работа № 5 Изучение панели оператора и панели управления станком с контурной системой управления HEIDENHAIN iTNC 530

Лабораторная и практическая работа №6 Изучение задания вспомогательных функций, коррекций и функций подвода и отвода на контур.
Лабораторная и практическая работа № 7 Изучение алгоритма задания инструмента на обработку и программирование режимов обработки.
Лабораторная и практическая работа № 8 Изучение порядка программирования фрезерных операций для системы управления HEIDENHAIN iTNC 530
Лабораторная и практическая работа № 9 Изучение использования разных кодов при программировании УЧПУ HEIDENHAIN iTNC 530

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ Р 50434-92 Устройства числового программного управления для металлообрабатывающего оборудования. Производственный канал асихронной передачи данных и физический уровень. Полудуплексная передача данных
2. ГОСТ 28120-89 Станки металлорежущие с числовым программным управлением. Хвостовики державок призматические. Конструкция
3. ГОСТ 27304-87 Станки металлорежущие с числовым программным управлением. Оправки регулируемые для дисковых фрез. Основные размеры и технические требования
4. ГОСТ 26642-85 Устройства числового программного управления для металлообрабатывающего оборудования. Внешние связи со станками
5. ГОСТ 23597-79 Станки металлорежущие с числовым программным управлением. Обозначение осей координат и направлений движений. Общие положения
6. ГОСТ 21608-76 Станки токарные с числовым программным управлением. Основные параметры и размеры
7. ГОСТ 21021-2000 Устройства числового программного управления. Общие технические требования
8. ГОСТ 20999-83 Устройства числового программного управления для металлообрабатывающего оборудования. Кодирование информации управляющих программ

4.2 Основная литература

1. Берлинер, Э.М. Программирование обработки на станках с ЧПУ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.М. Берлинер, А.А. Варфоломеев. — Электрон. дан. — Москва : Московский Политех, 2013. — 80 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/51756 . — Загл. с экрана.
2. Аверченков, А.В. Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Аверченков, М.В. Терехов, А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек. — Электрон. дан. — Москва : ФЛИНТА, 2014. — 355 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48364 . — Загл. с экрана.

3. Манаенков, И. В. Основы программирования оборудования цифровых производств : учебно-методическое пособие / И. В. Манаенков, С. Н. Иванников, М. В. Крутякова ; Московский политехнический университет. – Москва : Московский Политех, 2020. – 92 с. – ISBN 978-5-276-02599-5. – EDN KETPQC.

4.2.1 Дополнительная литература

1. Сосонкин В.Л. и др. Программирование систем числового программного управления. Уч. Пособие. – М.: «Логос», 2008.
2. Кузьминский Д.Л., Продан Р.К., Варфоломеев А.А. «Составление управляющих программ и работа на обрабатывающем центре с системой управления HEIDENHAIN iTNC 530» методические указания к лабораторным работам по курсу «Программируемая обработка на станках с ЧПУ и САП» - М., МАМИ, 2015 , 114 с.
3. Анкин А.В., Кузьминский Д.Л. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Программная обработка на станках с ЧПУ» для студентов специальностей 151002.65 и 220301.65 - М., МАМИ, 2011 , 74 с.
4. Анкин А.В. и др. Методические указания к практическим работам по курсу «Программнная обработка на станках с ЧПУ и САП» для студентов направления 220700.62 - М., МАМИ, 2014 , 15 с.
5. Гжиров Р.И. и др. Программирование обработки на станках с ЧПУ.- Л.: Политехника, 2000.- 588 с.
6. Сосонкин В.Л. и др. Системы числового программного управления. Уч. Пособие. – М.: «Логос», 2005, 296 с.

4.2.2 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы.

1. http://www.i-mash.ru - Специализированный информационно-аналитический интернет ресурс, посвященный машиностроению. Доступны для скачивания ГОСТы.
2 http://www.lib-bkm.ru - "Библиотека машиностроителя".
3. http://www.wikipedia.ru – свободная энциклопедия;
4. http://www.twirpx.com- сайт учебно-методической и профессиональной литературы для аспирантов и преподавателей технических, естественно-научных и гуманитарных специальностей;
6. http://www.sbiblo.com – библиотека учебной и научной литературы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

4.3 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Российская программа «Компас -3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/
Windows 7, Windows 10,
Microsoft Office 2007 (Word, Excel, PowerPoint)

4.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1.Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – http://elibrary.ru
2.Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru

3. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – http://fcior.edu.ru
4. База патентов РФ http://fips.ru
5. База патентов Google – http://pates.google.com
6. **«Техэксперт»** — справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию: http://тех-эксперт.рф

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории и лаборатории кафедры «ТиОМ»: АВ2409, АВ2411, АВ1104а, АВ2109, технологическое оборудование, станочные и контрольные приспособления, режущие и вспомогательные инструменты, компьютерная и проекторная техника и наглядные пособия.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Основы программирования станков и установок с ЧПУ» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, лабораторные работы, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к лабораторным работам.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п.4.2.3).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. При подготовке дисциплины «Основы программирования станков и установок с ЧПУ» преподаватель должен пользоваться материалами, приведенными в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» данной рабочей программы. Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания.

6.1.2. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.3. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.4. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением

технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха);

6.1.5. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.6. Необходимо с начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.7. При подготовке и в ходе выполнения семинарских занятий необходимо раскрыть практическую значимость темы занятия.

6.1.8. Для подготовки к промежуточной аттестации (зачёту) по ходу занятий студентам предоставляется список вопросов.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствие с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);

- промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

В 9 семестре:

- подготовка к лабораторным занятиям; тест; защита лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы. зачет.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Необходимым условием прохождения промежуточной аттестации является выполнение всех видов работ, предусмотренных данной рабочей программой по дисциплине «Основы программирования станков и установок с ЧПУ». На дату проведения промежуточной аттестации студенты должны выполнить все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы программирования станков и установок с ЧПУ», а именно выполнить расчетно-графические лабораторные работы, выполнить тесты и практические работы. Если не выполнены необходимые условия, студенты получают «незачтено».

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные РПД. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных РПД. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: *лабораторные работы, контрольная работа, тесты.*

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на 9 семестре для очной формы обучения в форме зачета.

Зачет проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

Регламент проведения зачета:

1. В билет включается (2) вопроса из разных разделов

2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и лабораторных занятиях (прилагается).

3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.

4. Проведение аттестации (зачета) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий"

Форма, предусмотренная учебным планом - зачет. Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все расчетно-графические лабораторные работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

7.3.3. Вопросы для подготовки к зачету

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. Какие виды оптимизации формируемой траектории инструмента существуют в CAM-системах?
7. Дать определение функция CAM-системы, позволяющая визуализировать процесс съема материала с заготовки по готовым управляющим программам?

8. Дать определение функция CAM-системы, позволяющая контролировать процесс обработки, принимая во внимание движение и взаимное расположение исполнительных органов станка, используемой оснастки и инструмента?
9. Дать определение функция CAM-системы, позволяющая оценить качество обработки путем сравнения обработанной заготовки с моделью детали и провести измерение геометрических параметров?
10. Дать определение функция CAM-системы, позволяющая замкнуть цепь «конструктор-технолог-программист ЧПУ», при этом 3D-модель обработанной детали из CAM-системы переносится в CAD-систему в формате IGES или STL?
11. Дать определение функция CAM-системы, позволяющая осуществить корректировку
12. подач для ускорения процесса обработки и улучшения качества обрабатываемых поверхностей?
13. Какие программы, позволяющие автоматизировать процесс подготовки УП для станков с ЧПУ?
14. Какие виды программоносителей, используемых при передаче управляющих программ на станок с ЧПУ.
15. Какие виды интерполяции существуют при программировании оборудования с ПУ?
16. Какие автоматизированные системы используются при разработке УП для станков с ЧПУ?
17. Что понимается под подготовкой модели к производству?
18. Для чего задают плоскость безопасности?
19. Что понимают под постпроцессированием?
20. Языки программирования высокого уровня.
21. Способы создания управляющих программ.
22. Порядок разработки управляющей программы.
23. Структура управляющей программы.
24. Понятия кадр, слово, адрес.
25. Модальные и немодальные коды.
26. Системы координат. Прямоугольная система координат. Полярная система координат. Абсолютные и относительные координаты.
27. Станочная система координат.
28. Нулевая точка станка. Базовые точки рабочих органов станка. Обозначения осей координат в станке.
29. Система координат детали (программы). Принципы выбора начала координат программы.
30. Система координат инструмента.
31. Связь систем координат.
32. Базовые G-коды.
33. Базовые M-коды.
34. Компенсация длины инструмента.
35. Коррекция на радиус инструмента.
36. Коррекция траектории.
37. Смена, активация, подвод и отвод инструмента.
38. Задание параметров контроля инструмента.
39. Типовые схемы фрезерования на станках с ЧПУ.
40. Стандартный цикл сверления и цикл сверления с выдержкой.
41. Относительные координаты в постоянном цикле.
42. Циклы прерывистого сверления.
43. Циклы нарезания резьбы.
44. Циклы растачивания.
45. Работа с угловыми координатами.

46. Особенности программирования станков с непрерывной и с индексной угловой координатой.
47. Порядок токарной обработки на станках с ЧПУ.
48. Особенности структуры программы.
49. Постоянные циклы токарной обработки.
50. Постоянные циклы нарезания резьбы.
51. Коррекция на инструмент при токарной обработке.
52. Особенности работы с фрезерным шпинделем.
53. Работа с полярной координатой.
54. Интерполяция в полярных координатах при обработке на токарных обрабатывающих центрах.
55. Основные принципы создания управляющих программ в CAM-системах
56. Основные компоненты устройства ЧПУ.
57. Основные режимы работы.
58. Привязка инструмента. Особенности привязки инструмента на фрезерных и токарных станках.
59. Привязка заготовки. Способы привязки заготовок на фрезерных и токарных станках. Работа с тактильными датчиками. Автоматические измерительные циклы.
60. Передача управляющей программы на станок.
61. Проверка управляющей программы на станке.
62. Отладка программы.