



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора Института
электроэнергетики и электроники

_____ Р.Р. Гибадуллин
« 26 » марта _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.03.01 Основы программирования на станках с ЧПУ

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность
(профиль) Программирование и электроника информационных систем

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2025

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Промышленная электроника	зав. каф., доктор техн. наук, доцент	Иванов Дмитрий Алексеевич

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Кафедра - разработчик «Промышленная электроника»	12.02.2025	12	_____ зав. каф. ПЭ, д.т.н., доц. Иванов Д.А.
Согласована	Выпускающая кафедра «Промышленная электроника»	12.02.2025	12	_____ зав. каф. ПЭ, д.т.н., доц. Иванов Д.А.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	18.02.2025	6	_____ И.о. директора, к.т.н., доц. Максимов В.В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	18.02.2025	8	_____ И.о. директора, к.т.н., доц. Максимов В.В.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Основы программирования на станках с ЧПУ» является получение знаний о принципах и методиках разработки управляющих программ, необходимых для автоматизации промышленного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ).

Задачами дисциплины являются:

- приобретение знаний о числовом программном управлении промышленным оборудованием;
- освоение правил кодирования управляющей информации;
- приобретение знаний и навыков разработки управляющих программ.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-5 способностью решать задачи по созданию и отладке программного обеспечения для микропроцессорных систем автоматизации и взаимодействия их модулей	ПК-5.1 Владеть навыками создания управляющих программ

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули):

- Б1.О.04.04 Основы проектной деятельности;
- Б1.О.11 Информационно-цифровые технологии;
- Б1.О.15 Инженерное проектирование;
- Б1.О.16 Физические основы электроники;
- Б1.О.19 Схемотехника;
- Б2.О.01(У) Учебная практика (ознакомительная).

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	83	83
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,72	62	62
Лекции	0,83	30	30
Практические (семинарские) занятия	-	-	-
Лабораторные работы	0,89	32	32
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,28	118	118
Проработка учебного материала	2,38	82	82

Курсовой проект		-	-
Курсовая работа		-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1.	46	8	12	-	26	ТК1	ПК-5.13, ПК-5.1В
Раздел 2.	48	12	10	-	26	ТК2	ПК-5.1У, ПК-5.1В
Раздел 3.	50	10	10	-	30	ТК3	ПК-5.13, ПК-5.1У
Экзамен	36				36	ОМ	ПК-5.1У, ПК-5.13, ПК-5.1В
ИТОГО	180	30	32	-	82		ПК-5.1У, ПК-5.13, ПК-5.1В

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основные понятия о числовом программном управлении промышленным оборудованием

Тема 1.1. Задачи применения оборудования с числовым программным управлением

Тема 1.2. Основные виды оборудования с числовым программным управлением. Технологическое оборудование с ЧПУ. Вспомогательное оборудование с ЧПУ.

Тема 1.3. Системы числового программного управления. Основные определения. Классификация систем ЧПУ.

Тема 1.4. Методы программирования оборудования с ЧПУ.

Тема 1.5. Последовательность разработки управляющих программ с применением САМ-систем.

Раздел 2. Управляющие программы.

Тема 2.1. Содержание и информационная структура управляющей программы. Виды информации и основные информационные блоки управляющей программы. Структурные единицы информации. Функции управляющей программы. Правила записи кадров управляющих программ. Структура управляющих программ. Структура и формат кадров управляющих программ.

Тема 2.2. Методы подготовки управляющих программ. Оперативное программирование. Автоматизированная подготовка управляющих программ на основе 3D модели. Ручное программирование. 30

Тема 2.3. Системы координат при разработке управляющих программ.

Системы координат и опорные точки. Система координат станка, детали, инструмента. Выбор системы координат детали в САМ-системе. Элементы траектории перемещения инструмента. Расчет элементов контура детали и элементов траектории инструмента. Представление траектории обработки. Интерполяция. Разработка расчетно-технологической карты (РТК). Особенности расчета траекторий инструмента.

Раздел 3. Системы числового программного управления станками.

Тема 3.1. Структура систем с ЧПУ. Комплекс «станок с ЧПУ». Информационная структура СЧПУ станками.

Тема 3.2. Классификация устройств ЧПУ. Системы классов NC и SNC. Системы классов CNC, DNC, HNC, GNC. Аппаратные системы ЧПУ. Системы класса VNC. Neuro-Fuzzy (нейро-фаззи) системы управления.

Тема 3.3. Схема построения моделей УЧПУ. Модели УЧПУ российских фирм. Модели УЧПУ некоторых зарубежных фирм.

3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом».

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Программирование фрезерной обработки в САМ-системах.
2. Программирование фрезерной обработки (черновая обработка) – операция CAVITY MILL.
3. 2.5-осевое фрезерование – обработка граней.
4. 3-осевое фрезерование: контурные операции.
5. 5-осевая непрерывная обработка.
6. Обработка отверстий. Сверление и другие осевые операции. Сверление отверстий произвольной ориентации.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
Шкала оценивания						
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно

		зачтено			не зачтено	
ПК-5	ПК-5.1 Владеть навыками создания управляющих программ	знать:				
		основные платформы, технологии и программно-аппаратные средства для создания информационных систем	В полном объеме знает основные платформы, технологии и программно-аппаратные средства для создания информационных систем	Достаточно полно знает основные платформы, технологии и программно-аппаратные средства для создания информационных систем	Плохо ориентируется в основных платформах, технологиях и программно-аппаратных средствах для создания информационных систем	Не знает основные платформы, технологии и программно-аппаратные средства для создания информационных систем
		уметь:				
		применять современные технологии для создания информационных систем	Свободно применяет современные технологии для создания информационных систем	Умеет применять современные технологии для создания информационных систем	Слабо ориентируется в современных технологиях для создания информационных систем	Не умеет использовать современные технологии для создания информационных систем
владеть:						
		технологиями применения программно-аппаратных средств для создания информационных систем	В полном объеме владеет технологиями применения программно-аппаратных средств для создания информационных систем	Достаточно полно владеет технологиями применения программно-аппаратных средств для создания информационных систем	Плохо описывает технологии и применения программно-аппаратных средств для создания информационных систем	Не владеет технологиями применения программно-аппаратных средств для создания информационных систем

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Краско, А. С. Программирование промышленного оборудования с ЧПУ : учебное пособие / А. С. Краско, Е. В. Преображенская. – Москва : РТУ МИРЭА, 2023. – 104 с. – ISBN 978-5-7339-2024-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/398204>.

2. Сурина, Е. С. Разработка управляющих программ для системы ЧПУ : учебное пособие для вузов / Е. С. Сурина. – 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 268 с. – ISBN 978-5-507-50343-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/419135>.

3. Звонцов, И. Ф. Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ / И. Ф. Звонцов, К. М. Иванов, П. П. Серебrenицкий. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 588 с. – ISBN 978-5-507-48581-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/356159>.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Абульханов, С. Р. Системы ЧПУ металлорежущих станков : учебное пособие / С. Р. Абульханов. – Самара : Самарский университет, 2021. – 72 с. – ISBN 978-5-7883-1622-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/257075>.

2. Пайвин, А. С. Основы программирования станков с ЧПУ : учебное пособие / А. С. Пайвин, О. А. Чикова. – Екатеринбург : УрГПУ, 2015. – 102 с. – ISBN 978-5-7186-0658-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/129368>.

3. Яняк, С. В. Программирование станков и центров с ЧПУ : учебное пособие / С. В. Яняк, В. В. Яхричев. – Вологда : ВоГУ, 2017. – 79 с. – ISBN 978-5-87851-762-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/171297>.

4. Рязанов, А. И. Базовые методы подготовки управляющих программ для токарных станков с ЧПУ : учебное пособие / А. И. Рязанов, А. В. Карпов. – Самара : Самарский университет, 2021. – 88 с. – ISBN 978-5-7883-1703-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/257063>.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	Энциклопедии, словари, справочники	http://www.rubricon.com
5	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	http://window.edu.ru/
3	Web of Science	https://webofknowledge.com/	https://webofknowledge.com/
4	Scopus	https://www.scopus.com	https://www.scopus.com
5	КиберЛенинка	https://cyberleninka.ru/	https://cyberleninka.ru/
6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
7	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/
8	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru
9	IEEE Xplore	www.ieeeexplore.ieee.org	www.ieeeexplore.ieee.org
10	Springer	www.springer.com	www.springer.com
11	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	http://www.consultant.ru/

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Microsoft Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Spectrum Software Micro-Cap 12	Пакет программного	Свободная лицензия

		обеспечения для схемотехнического моделирования	Неискл. право. Бессрочно
3	Microsoft Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно
4	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
5	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно- наглядные пособия.
Лабораторные работы	Учебная лаборатория «Лаборатория автоматизированного анализа электронных схем. Дисплейный класс» Компьютерный класс с выходом в Интернет, А-405	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: компьютер (16 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес, интерактивная доска, проектор.
	Компьютерный класс с выходом в Интернет А-410	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультиме- дийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультиме- дийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение

	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
--	--------------------------	---

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ П/П	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1	Титуль- ный лист	24.03. 2025	Изменена ФИО и.о. директора института электроэнергетики и электроники	Иванов Д.А.	Гибадуллин Р.Р.
2					
3					



КГУ

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Б1.В.ДЭ.02.03.01 Основы программирования на станках с ЧПУ
(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
(Код и наименование направления подготовки)

Направленность
(профиль) Программирование и электроника информационных систем

Квалификация Бакалавр
(Бакалавр / Магистр)

Оценочные материалы по дисциплине «Основы программирования на станках с ЧПУ», предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Семестр 7

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 1.	ТК1	10	0-5					15-20	10-15
Тест		3							
Защита лабораторных работ		7							
Раздел 2.	ТК2			15	0-5			15-20	15-20
Тест				5					
Защита лабораторных работ				10					
Раздел 3.	ТК3					15	0-5	15-20	15-20
Тест						5			
Защита лабораторных работ						10			
Промежуточная аттестация (экзамен)	ОМ								0-45
Задание промежуточной аттестации									0-20
В письменной форме по билетам									0-25

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено

ПК-5	ПК-5.1 Владеть навыками создания управляющих программ	знать:				
		основные платформы, технологии и программно-аппаратные средства для создания информационных систем	В полном объеме знает основные платформы, технологии и программно-аппаратные средства для создания информационных систем	Достаточно полно знает основные платформы, технологии и программно-аппаратные средства для создания информационных систем	Плохо ориентируется в основных платформах, технологиях и программно-аппаратных средствах для создания информационных систем	Не знает основные платформы, технологии и программно-аппаратные средства для создания информационных систем
		уметь:				
		применять современные технологии для создания информационных систем	Свободно применяет современные технологии и для создания информационных систем	Умеет применять современные технологии и для создания информационных систем	Слабо ориентируется в современных технологиях для создания информационных систем	Не умеет использовать современные технологии для создания информационных систем
		владеть:				
		технологиями применения программно-аппаратных средств для создания информационных систем	В полном объеме владеет технологиями применения программно-аппаратных средств для создания информационных систем	Достаточно полно владеет технологиями применения программно-аппаратных средств для создания информационных систем	Плохо описывает технологии и применения программно-аппаратных средств для создания информационных систем	Не владеет технологиями применения программно-аппаратных средств для создания информационных систем

Оценка «отлично» выставляется за выполнение лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание вопросов числового

программного управления промышленным оборудованием и управляющих программ, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка «хорошо» выставляется за выполнение лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; понимание вопросов числового программного управления промышленным оборудованием и управляющих программ, ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание)

Оценка «удовлетворительно» выставляется за выполнение лабораторных работ в семестре и тестовых заданий;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за слабое и неполное выполнение лабораторных работ в семестре и тестовых заданий.

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция:

ПК-5 Способностью решать задачи по созданию и отладке программного обеспечения для микропроцессорных систем автоматизации и взаимодействия их модулей (ПК-5.1 Владеть навыками создания управляющих программ)

Тест

Вопрос	Варианты ответа
Какая главная задача применения оборудования с	Уменьшение энергопотребления.
	Повышение точности и повторяемости операций.

ЧПУ в современном производстве?	Снижение стоимости станков.
	Ручное управление процессами.
Какое оборудование относится к технологическому?	Транспортные роботы.
	Фрезерные станки.
	Системы подачи СОЖ.
	Конвейерные ленты.
Какая система ЧПУ использует обратную связь для корректировки положения инструмента?	Разомкнутая
	Замкнутая
	Адаптивная
	Позиционная
Какой метод программирования не требует знания G-кода?	Ручное программирование.
	Использование САМ-систем.
	Макропрограммирование
	Все методы требуют.
Укажите правильную последовательность этапов разработки управляющей программы в САМ-системе:	Постобработка → Выбор стратегии → Симуляция → Импорт модели.
	Импорт модели → Выбор стратегии → Симуляция → Постобработка.
	Симуляция → Импорт модели → Постобработка → Выбор стратегии.
	Выбор стратегии → Импорт модели → Постобработка → Симуляция.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика и содержит 50 тестовых вопросов на каждую компетенцию, из них 20% - закрытого типа, 80% - открытого типа.

Лабораторная работа 1 «Программирование фрезерной обработки в САМ-системах».

Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Что такое САМ-система и какова её роль в современном производстве?
2. Какие этапы включает процесс программирования фрезерной обработки: от САД-модели до G-кода?
3. Чем отличаются 2D, 3D и 5-осевая обработка в контексте фрезерования?
4. Какие САМ-системы популярны в промышленности и чем они отличаются (например, Fusion 360, Mastercam, Siemens NX)?
5. Что такое постпроцессор и почему его настройка важна для конкретного станка?
6. Как интегрировать САМ-систему с САД-моделями для минимизации ошибок?
7. Какие методы симуляции используются для предотвращения коллизий и поломок инструмента?
8. Как проверить корректность G-кода перед запуском на станке?
9. Какие типичные ошибки возникают при программировании и как их избежать?

Перечень требований к отчету

Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о

выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Лабораторная работа 2 «Программирование фрезерной обработки (черновая обработка) – операция CAVITY MILL».

Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Что такое операция CAVITY MILL и в каких случаях она применяется?
2. Какие цели преследует черновая обработка в сравнении с чистовой?
3. Какие типы фрез чаще всего используются для черновой обработки (например, торцевые, концевые, сборные)?
4. Какие параметры резания критичны для CAVITY MILL (глубина резания, ширина шага, скорость, подача)?
5. Как выбрать оптимальную глубину резания (DOC) и ширину шага (Stepover) для черновой обработки?
6. Почему важно учитывать припуск на чистовую обработку и как его задать в операции?
7. Как влияет геометрия инструмента (диаметр, угол наклона, число зубьев) на настройки операции?
8. Какие стратегии движения инструмента применяются в CAVITY MILL (параллельная, радиальная, спиральная)?
9. Чем отличается адаптивная черновая обработка от традиционной? Какие её преимущества?
10. Как минимизировать время холостого хода инструмента при программировании траекторий?
11. Какие методы используются для избежания столкновений инструмента с заготовкой или оснасткой?
12. Как настроить плавные врезки (Engage/Retract) для уменьшения

ударных нагрузок на инструмент?

13. Какие симуляции необходимо выполнить перед генерацией G-кода?
14. Как сократить время обработки без потери качества (например, изменение шага, скорости, траектории)?
15. Почему важно учитывать остаточные углы и зоны после черновой обработки?
16. Как настроить иерархию обработки для сложных 3D-моделей (например, многоуровневые карманы)?
17. Как настроить постпроцессор для корректного вывода G-кода под конкретный станок?
18. Какие ошибки чаще всего возникают при программировании черновой обработки (например, неверный выбор инструмента, избыточный припуск)?
19. Какие параметры анализируются в отчетах САМ-систем после расчета операции (время обработки, износ инструмента)?
20. Как проверить корректность остаточного материала после черновой обработки перед переходом к чистовой?

Перечень требований к отчету

Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Вопросы к комплексному заданию ТК1

1. Основные и вспомогательные движения, связанные с выполнением технологической операции.

2. Технологическая обработка чертежей при обработке на станках с ЧПУ.
3. Схемы нанесения размеров на чертеже при обработке на станках с ЧПУ.
4. Система координат в станках с ЧПУ в соответствии со стандартом ISO-R840 и их обозначение.
5. Позиционная система программного управления.
6. Контурная система программного управления.
7. Абсолютный способ отсчёта координат.
8. Относительный способ отсчёта координат.
9. Исходная точка или старт точка.
10. «Плавающий ноль».
11. Общие требования к технологичности деталей.
12. Технологические возможности токарных станков с ЧПУ.
13. Технологические возможности фрезерных станков с ЧПУ.
14. Технологические возможности сверлильных станков с ЧПУ.
15. Технологические возможности расточных станков с ЧПУ.
16. Технологические возможности обрабатывающих центров.
17. Задачи позиционной системы программного управления.
18. Задачи контурной системы программного управления.
19. Разделение черновой области на уровни (на примере обработки ступенчатого валика).

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция:

ПК-5 Способностью решать задачи по созданию и отладке программного обеспечения для микропроцессорных систем автоматизации и взаимодействия их модулей (ПК-5.1 Владеть навыками создания управляющих программ)

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
<i>Какой информационный блок управляющей программы определяет начальные установки станка (например, единицы измерения, коррекция инструмента)?</i>	Заголовок
	<i>Рабочие кадры</i>
	<i>Завершающий блок</i>
	<i>Настройка параметров</i>
<i>Что означает код N100 G01 X50 Y30 F200?</i>	Кадр 100: линейное перемещение к точке (50,30) с подачей 200 мм/мин.
	<i>Кадр 100: быстрый ход к точке (50,30).</i>
	<i>Кадр 100: круговое перемещение с радиусом 200.</i>
	<i>Остановка шпинделя.</i>

<i>Какой метод программирования не требует использования САМ-систем?</i>	<i>Автоматизированная подготовка.</i>
	<i>Ручное программирование.</i>
	<i>Оперативное программирование.</i>
	<i>Все методы требуют САМ.</i>
<i>Какой код отвечает за круговую интерполяцию по часовой стрелке?</i>	<i>G00</i>
	<i>G01</i>
	<i>G02</i>
	<i>G03</i>
<i>Что такое Ramp в контексте обработки?</i>	<i>Плавное врезание инструмента под углом.</i>
	<i>Быстрый ход.</i>
	<i>Цикл сверления.</i>
	<i>Коррекция радиуса инструмента.</i>

Лабораторная работа 3 «5-осевое фрезерование – обработка граней».

Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Чем принципиально отличается 5-осевая обработка от 3-осевой? Какие задачи решаются эффективнее?
2. Какие типы кинематики 5-осевых станков существуют (шпиндель-качание, стол-поворот, гибридные)?
3. Что такое управление ориентацией инструмента (Tool Axis Control) и как оно влияет на обработку граней?
4. Какие стратегии 5-осевой обработки применяются для фрезерования граней (например, Swarf Machining, Contour Milling, Multi-Axis Contour)?
5. Как выбрать оптимальный угол наклона инструмента для минимизации дефектов поверхности?
6. В чём преимущество использования кинематической компенсации (TCP, Tool Center Point) при 5-осевой обработке?
7. Как параметры резания (скорость, подача, глубина) отличаются для 5-осевой обработки по сравнению с 3-осевой?
8. Почему важно учитывать длину вылета инструмента и жесткость системы при программировании?
9. Как настроить ограничения углов поворота осей станка в САМ-системе?
10. Зачем нужна симуляция полной кинематики станка перед генерацией G-кода?
11. Какие САМ-функции критичны для 5-осевой обработки граней (например, Collision Avoidance, Automatic Tilt)?
12. Почему настройка постпроцессора особенно важна для 5-осевых операций? Какие ошибки возникают при его неверной конфигурации?
13. Как проверить корректность G-кода для 5-осевых перемещений (проверка углов, синхронизация осей)?

Перечень требований к отчету

Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Лабораторная работа 4 «3-осевое фрезерование: контурные операции».

Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Что такое контурное фрезерование в 3-осевой обработке? Какие типы контуров обрабатываются (внешние, внутренние, открытые, закрытые)?
2. Какие типы фрез оптимальны для контурного фрезерования (концевые, радиусные, сферические)?
3. Какие параметры резания критичны для контурных операций (скорость шпинделя, подача на зуб, глубина резания)?
4. Как выбрать шаг (Stepover) и глубину резания (DOC) для минимизации вибраций и сохранения качества поверхности?
5. Почему важно задавать припуск на чистовую обработку и как его рассчитать?
6. Как влияет направление движения фрезы (по часовой стрелке, против) на качество обработки?
7. Какие стратегии движения инструмента применяются в контурных операциях (профильная, поперечная, спиральная)?
8. В чём преимущество использования плавных переходов (Ramp, Helix) при врезании в материал?
9. Как обрабатывать вертикальные стенки и горизонтальные поверхности за одну операцию?
10. Как настроить безопасные плоскости перемещения (Clearance Plane)

для минимизации холостого хода?

11. Зачем нужна симуляция траекторий перед генерацией G-кода?
12. Как настроить постпроцессор для корректного отображения радиусов и переходов в G-коде?

Перечень требований к отчету

Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Вопросы к комплексному заданию ТК2

1. Технологическая операция на станке с ЧПУ (Определение).
2. Технологическая документация для изготовления управляющей программы.
3. Схемы типовых переходов при обработке на станках с ЧПУ.
4. Зоны токарной обработки.
5. Операционно-технологическая карта.
6. Смена инструмента на станках с ЧПУ.
7. Экономическая эффективность применения станков с ЧПУ.
8. Последовательность обработки на станках с ЧПУ.
9. Задачи, решаемые при проектировании токарной операции на токарном станке с ЧПУ.
10. Подготовка технологической информации для разработки управляющих программ.
11. Системы координат установок с ЧПУ. Базовые точки. Способы разработки управляющих программ.
12. Программирование с использованием G и M кодов. Структура

программы.

13. Линейная и круговая интерполяция.
14. Понятие компенсации размеров инструмента.
15. Системы числового программного управления на примере фрезерной 3-х осевой обработки.

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция:

ПК-5 Способностью решать задачи по созданию и отладке программного обеспечения для микропроцессорных систем автоматизации и взаимодействия их модулей (ПК-5.1 Владеть навыками создания управляющих программ).

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
<i>Какая информация передается от УЧПУ к приводам станка?</i>	<i>Координаты перемещения инструмента.</i>
	<i>Температура в цеху.</i>
	<i>Данные о заказе клиента.</i>
	<i>График работы оператора.</i>
<i>Чем характеризуются нейро-фаззи системы управления?</i>	<i>Использованием нейросетей и нечёткой логики для адаптации.</i>
	<i>Работой только с дискретными сигналами.</i>
	<i>Отсутствием обратной связи.</i>
	<i>Применением механических регуляторов.</i>
<i>Какая российская система ЧПУ используется для токарных станков?</i>	<i>НЦ-31</i>
	<i>Sinumerik 808D</i>
	<i>Fanuc Series 0i</i>
	<i>Haas Control</i>
<i>Какой элемент отсутствует в типовой схеме УЧПУ</i>	<i>Блок интерполяции</i>
	<i>Контроллер обратной связи</i>
	<i>Модуль управления освещением</i>
	<i>Память для программ</i>

Лабораторная работа 5 «5-осевая непрерывная обработка».

Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Чем непрерывная 5-осевая обработка отличается от позиционной (3+2)? Какие задачи решает эффективнее?
2. Какие типы кинематики 5-осевых станков поддерживают непрерывное движение (например, двухповоротный стол, шпиндель-наклон)?
3. Что такое синхронизация осей и почему она критична для непрерывной обработки?
4. Какие стратегии САМ-систем используются для непрерывной 5-осевой обработки (например, Multi-Axis Swarf, Morphing, Flowline)?
5. Как управлять ориентацией инструмента (Tool Axis) для минимизации скачков в траектории?
6. Что такое векторная интерполяция и как она влияет на плавность движения осей?

7. Как выбрать скорость подачи и угловую скорость осей для сохранения точности при сложных траекториях?
8. Почему важно учитывать максимальные углы поворота осей станка при программировании непрерывных движений?
9. Как настроить кинематическую компенсацию (TCP, Tool Center Point) для предотвращения ошибок позиционирования?
10. Почему полная симуляция кинематики станка обязательна перед запуском программы?
11. Какие параметры постпроцессора критичны для генерации корректного G-кода (например, угловая точность, синхронизация осей)?
12. Как избежать ошибок сингулярности (деления на ноль) в траекториях 5-осевой обработки?
13. Почему важно проверять лимиты вращения осей в настройках САМ-системы?

Перечень требований к отчету

Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Лабораторная работа 6 «Обработка отверстий. Сверление и другие осевые операции. Сверление отверстий произвольной ориентации».

Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Какие типы осевых операций используются для создания отверстий (сверление, рассверливание, зенкерование, растачивание, нарезание резьбы)?
2. Чем отличаются циклы сверления (например, G81, G82, G83, G73) в G-коде?

3. Какие факторы влияют на выбор типа операции (глубина отверстия, материал заготовки, требования к точности)?
4. Какие особенности программирования наклонных отверстий в 3-осевых и 5-осевых станках?
5. Как задать ось инструмента и угол наклона для отверстий, не перпендикулярных рабочей плоскости?
6. Какие стратегии САМ-систем применяются для сверления под произвольными углами (например, 5-axis drilling, multi-axis peck drilling)?
7. Почему важна симуляция траекторий для отверстий с нестандартной ориентацией?
8. Как запрограммировать глубокое сверление с периодическим отводом стружки (например, цикл G83)?
9. Какие особенности обработки многоступенчатых отверстий (сверло + зенкер + развертка)?
10. Как выполнить нарезание резьбы метчиком в САМ-системе?
11. Какие ошибки возникают при неверном выборе точки входа/выхода инструмента?
12. Почему происходит поломка сверла при обработке наклонных отверстий? Как это предотвратить?
13. Какие САМ-функции помогают автоматизировать обработку групп отверстий с разной ориентацией?
14. Как проверить корректность G-кода для многоосевых циклов сверления?
15. Какие параметры постпроцессора критичны для станков с поворотными осями?
16. Какие методы контроля применяются для проверки глубины, диаметра и шероховатости отверстий?

Перечень требований к отчету

Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Вопросы к комплексному заданию *ТКЗ*

1. Задание габаритов заготовки и определение нуля программы.
2. Декартовы и полярные координаты.
3. Способы обработки наружных и внутренних контуров.
4. Работа с циклами фрезерования в ЧПУ.
5. Обработка групп элементов от одной нулевой точки.
6. Использование SL-циклов для выборки сложных карманов и обработки островов
7. Преобразование координат для обработки повторяющихся элементов.
8. Использование данных САД систем для автоматического задания контура.
9. Передача программы на станок. Отработка управляющей программы
10. Загрузка инструмента в станок и измерение.
11. Настройка нуля заготовки с использованием измерительного щупа.
12. Использование измерительной системы для контроля точности обработки
13. Особенности изготовления деталей на многошпиндельных автоматах и полуавтоматах.

Для промежуточной аттестации:

Теоретические вопросы

1. Что такое ЧПУ? Опишите основные компоненты системы ЧПУ (устройство управления, приводы, датчики обратной связи).
2. Чем отличаются фрезерные, токарные и многоцелевые (обрабатывающие центры) станки с ЧПУ?
3. Что такое G-код и M-код? Приведите примеры их использования.
4. Какие системы координат используются в программировании ЧПУ (машинная, заготовки, локальная)?

5. Что такое нулевая точка заготовки (Work Zero) и как её выбрать?
6. Чем отличаются абсолютная (G90) и относительная (G91) системы координат?
7. Из каких секций состоит программа для ЧПУ? Опишите назначение каждой (например, заголовок, настройка инструментов, рабочие команды).
8. Что такое подготовительные функции (G-коды) и вспомогательные функции (M-коды)? Приведите примеры (например, G01, M03).
9. Для чего используются циклы обработки (сверление, растачивание)? Назовите основные циклы (G81, G83 и т.д.).
10. Как классифицируются режущие инструменты для ЧПУ (типы, геометрия, материалы)?
11. Что такое коррекция инструмента (длины, радиуса) и зачем она нужна?
12. Как выбрать параметры резания (скорость шпинделя, подача) для разных материалов (сталь, алюминий)?
13. Что такое интерполяция? Опишите виды интерполяции (линейная G01, круговая G02/G03).
14. Как программируется обработка контуров, карманов и отверстий?
15. Что такое макропрограммирование? Приведите примеры использования переменных и циклов в G-коде.
16. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при программировании и запуске программ на станках с ЧПУ?
17. Какие типичные ошибки возникают при написании управляющих программ (например, неверные координаты, отсутствие коррекции инструмента)?
18. Как предотвратить столкновение инструмента с заготовкой или оснасткой?
19. Что такое САМ-система? Какие этапы обработки детали она автоматизирует?
20. Для чего нужен постпроцессор? Как он связан с конкретным станком?
21. Какие преимущества и недостатки у ручного программирования G-кода по сравнению с САМ-системами?
22. Как датчики обратной связи и адаптивное управление повышают точность обработки?
23. Что такое 5-осевая обработка и чем она отличается от 3-осевой?
24. Как облачные технологии и IoT интегрируются в современные ЧПУ-системы?

25. Как выполняется настройка инструмента (Tool Offset) и привязка заготовки?
26. Что такое длина инструмента и как её измерить?
27. Как организовать многоинструментальную обработку с использованием револьверной головки или магазина инструментов?
28. Какие методы используются для проверки точности обработки (КИМ, шаблоны, калибры)?
29. Как учитывать тепловые деформации станка при программировании высокоточных деталей?

Практические задания

1. Создайте программу для фрезерования квадрата 50×50 мм с использованием концевой фрезы диаметром 8 мм.
Используйте линейную интерполяцию (G01).
Задайте безопасные плоскости перемещения (G00).
2. Запрограммируйте цикл сверления 4 отверстий диаметром 6 мм в вершинах прямоугольника 100×60 мм.
Используйте цикл G81 (простое сверление).
Укажите скорость шпинделя (S), подачу (F), глубину отверстий.
3. Напишите программу для растачивания отверстия диаметром 20 мм до диаметра 22 мм с допуском ±0.02 мм.
Используйте цикл G85 (растачивание с возвратом).
4. Пересчитайте координаты для программы фрезерования круга диаметром 40 мм, если нулевая точка смещена на (X-10, Y-15).
5. Напишите программу сверления трех отверстий, где первое задано в абсолютных координатах, а следующие два – в относительных.
6. Запрограммируйте фрезерование окружности диаметром 30 мм с использованием круговой интерполяции (G02/G03).
7. Создайте программу для фрезерования детали с двумя прямоугольными пазами и радиусными переходами (R5 мм).
8. Настройте коррекцию для концевой фрезы диаметром 10 мм (длина инструмента: 50 мм, радиус: 5 мм). Используйте коды G43 (компенсация длины) и G41/G42 (компенсация радиуса).
9. Напишите программу, включающую:
Сверление отверстия (инструмент T01).

Зенкерование (инструмент T02).

Нарезание резьбы метчиком (инструмент T03).