




**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. Х.М. БЕРБЕКОВА» (КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и робототехники**

**Кафедра «Технология и оборудование автоматизированного производства»**

<p>СОГЛАСОВАНО</p> <p>Руководитель ОПОП</p> <p> М.М. Яхутлов</p> <p>« 31 » 08 2023 г.</p>	<p>УТВЕРЖДАЮ</p> <p>Директор института</p> <p> Р.Ш. Тешев</p> <p>« 31 » 08 2023 г.</p> 
--	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ПРОГРАММИРОВАНИЕ СТАНКОВ С ЧПУ»**

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки  
Технология машиностроения

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная

Нальчик 2023

Рабочая программа дисциплины «Программирование станков с ЧПУ» / сост. Р. М. Нартыжев. –Нальчик: КБГУ, 2023. – 23с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины по выбору вариативной части блока Б1.В.ДВ.01 по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Рабочая программа составлена в соответствии с рабочим учебным планом и Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 г. №1044.

## Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО .....	4
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	4
4. Содержание и структура дисциплины .....	6
5. Оценочные материалы для контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	11
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности .....	15
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	19
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	22
9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	23
Приложение 1. Лист изменений (дополнений).....	24

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** изучения дисциплины «Программирование станков с ЧПУ» является формирование знаний и умений программирования станков с ЧПУ, а также привитие навыков разработки технологии обработки на станках с числовым программным управлением, знаниями основ функционирования систем ЧПУ.

**Задачами** дисциплины являются:

- ознакомление студентов с функционированием систем числового программного управления, их возможностями, техническими и функциональными характеристиками;
- обучить принципам и методике программирования станков с ЧПУ;
- научить осуществлять технологическую подготовку производства с применением САМ- систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Программирование станков с ЧПУ» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1. В. ДВ. 01 рабочего учебного плана подготовки бакалавров по направлению 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Дисциплина обеспечивает логическую взаимосвязь естественнонаучных, инженерных, информационных дисциплин с дисциплинами профессионального цикла.

Требования к «входным» знаниям, умениям и опыту деятельности обучающегося для освоения данной дисциплины.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание высшей математики, информатики, основ конструирования, умение использовать современные фундаментальные знания по естественнонаучным направлениям подготовки, владение навыками работы с персональным компьютером и программным обеспечением для проектирования объектов машиностроения. Дисциплина является логическим продолжением содержания дисциплин подготовки бакалавров по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (информатика, основы компьютерных технологий, инженерная графика, оборудование автоматизированных производств, системы автоматизированного проектирования конструкций и автоматизированное проектирование технологических процессов).

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций бакалавров в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВПО по направлению 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств:

**профессиональные компетенции (ПКС):**

*Профессиональный стандарт.*

*Специалист по автоматизированной разработке технологий и программ для станков с числовым программным управлением*

ПКС-7.1- Способен проводить анализ технологичности конструкции деталей с точки зрения изготовления на станках с ЧПУ и разработать с применением САД-систем предложения по повышению технологичности конструкции;

ПКС-7.2 - Способен проводить анализ технологических процессов изготовления деталей, вносить предложения по применению станков с ЧПУ и разрабатывать технико-экономическое обоснование целесообразности применения станков с ЧПУ;

ПКС-7.3 - Способен осуществлять подготовку с применением САРР-систем рекомендаций по выбору схем установки заготовок и по выбору и применению средств технологического оснащения для операций обработки заготовок на станках с ЧПУ;

***В результате изучения дисциплины студент должен:***

**знать:**

- методы разработки математических моделей машиностроительных технологий (31);
- алгоритмы и программы выбора и расчетов параметров технологических процессов.(32);
- этапы приемки и освоения вводимых в эксплуатацию управляющих программ для обработки на станках с ЧПУ (33);
- состав работ по настройке и регламентному эксплуатационному обслуживанию средств и систем машиностроительных производств (34);

**уметь:**

- выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий(У1);
- выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации.(У2);
- разрабатывать планы, программы и методики, другие тестовые документы, входящие в состав технологической и эксплуатационной документации (У3);
- выполнять работы по моделированию объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования(У4);

**владеть:**

- способами рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, способы реализации основных технологических процессов(В1);
- способностью осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий.(В2);

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологическое и программное обеспечение станков с ЧПУ в современном производстве. Виды станков с ЧПУ и особенности программного обеспечения. Подбор режущего и вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ. Выбор траектории движения инструмента и расчет режимов резания. Оптимизация наладки и минимизация машинного времени обработки на станках с ЧПУ. Разработка технологии и управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием САМ систем.

##### 4.1 Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Форма текущий контроль
1	2	3	4	5
1	Основы числового программного управления	Структура устройства ЧПУ. Функциональные составляющие (подсистемы) ЧПУ. Подсистема управления. Подсистема приводов. Подсистема обратной связи. Функционирование системы ЧПУ. Языки программирования обработки. Код ISO - 7bit. Языки программирования высокого уровня. Порядок разработки управляющей программы. Структура управляющей программы. Понятия кадр, слово, адрес. Модальные и немодальные коды. Формат программы. Строка безопасности. Системы координат. Базовые точки рабочих органов станка. Обозначения осей координат в станке. Система координат детали (программы). Принципы выбора начала координат программы. Система координат инструмента. Связь систем координат. Адреса смещений нулевой точки G54-G59. Позиционирование на быстром ходу. Возврат в исходную позицию. Понятие интерполяции. Линейная интерполяция. Круговая интерполяция. Винтовая интерполяция. Цилиндрическая интерполяция. Сплайновая и другие виды интерполяции. Коррекция на радиус инструмента. Коррекция траектории. Смена, активация, подвод и отвод инструмента. Задание параметров контроля инструмента.	ПКС-7.1; ПКС-7.2; ПКС-7.3;	(РГР), (ЛР), (К), (Т)
2	Основы программирования современных станков с ЧПУ.	Особенности обработки на станках с программным управлением. Этапы подготовки управляющей программы для станков с числовым программным управлением. Взаимосвязь системы проектирования (CAD) и системы разработки управляющих программ (CAM). Интегрированные CAD-CAM системы. Одно-, двух-, трех-, четырех-, пяти- координатная обработка. Особенности назначения стратегий обработки и переходов	ПКС-7.1; ПКС-7.2; ПКС-7.3;	(РГР), (ЛР), (К), (Т)

1	2	3	4	5
3	Подготовка информации для автоматической разработки управляющих программ для ЧПУ.	Элементная структура модели детали. Структура управляющей программы. Базовые G-коды. Базовые M-коды. Параметрические связи модели и управляющей программы. Формирование технологической базы данных САМ системы. Принципы автоматического распознавания КТЭ детали.	ПКС-7.1; ПКС-7.2; ПКС-7.3;	(РГР), (ЛР), (К), (Т)
4	Автоматизированная разработка технологических процессов обработки на станках с ЧПУ	Автоматическое и автоматизированное проектирование техпроцесса обработки. Разработка технологии обработки конструктивно-технологических элементов (КТЭ) детали. Методы формирования и обновление баз данных технологии, инструментов, материалов и режимов обработки в системе САМ. Разработка и редактирование постпроцессоров для САМ систем.	ПКС-7.1; ПКС-7.2; ПКС-7.3;	(РГР), (ЛР), (ДЗ), (К)
5	Автоматизированная подготовка управляющих программ для станков токарной группы.	Технологическая документация. Уровни автоматизации программирования. Составление расчетно-технологической карты. Особенности расчета траектории токарного инструмента. Параметрическое программирование. Оперативное программирование.	ПКС-7.1; ПКС-7.2; ПКС-7.3;	(РГР), (ЛР), (К), (Т)
6	Автоматизированная подготовка управляющих программ для станков фрезерной группы.	Автоматизация программирования Расчет координат опорных точек на контуре детали и на эквидистанте. Разработка технологии и управляющих программ для операций фрезерования и сверления. Особенности программирования станков с 4-х и 5-ти координатными системами. Параметрическое программирование. Оперативное программирование.	ПКС-7.1; ПКС-7.2; ПКС-7.3;	(КР), (ЛР), (Р), (К), (Т)
7	Автоматизированное проектирование процесса обработки на многоцелевых станках с ЧПУ.	Особенности программирования многоцелевых станков с ЧПУ. Диалоговые методы программирования многоцелевых станков. Программирование роботизированных комплексов. Структура и информационные потоки. Особенности организации работы при реализации безлюдной технологии производства	ПКС-7.1; ПКС-7.2; ПКС-7.3;	(РГР), (ЛР), (Р), (К), (Т)
8	Системы автоматической диагностики, контроля и измерения в рабочем пространстве станков с ЧПУ.	Регистрация параметров механических перегрузок во время работы. Контактные измерительные системы для станков с ЧПУ. Измерения видео и оптические, сканеры, лазерные измерительные системы, контрольно-измерительные машины (КИМ), контроль и мониторинг производства, контроль тепловых воздействий. Адаптивные системы управления станками.	ПКС-7.1; ПКС-7.2; ПКС-7.3;	(РГР), (ЛР), (РК), (К)

В графе 5 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), расчетно-графической работы (РГР),

расчетно-графического задания (РГЗ), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.



## 4.2 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа)

Вид работы	6 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторная (контактная) работа:</b>	<b>60</b>
Лекции (Л)	30
Практические занятия (ПЗ)	-
Лабораторные работы (ЛР)	30
<b>Самостоятельная работа, в том числе контактная:</b>	<b>57</b>
Курсовая работа (КР)	-
Расчетная графическая работа (РГР)	20
Самостоятельное изучение разделов	20
Реферат (Р)	
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	17
<b>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</b>	<b>27</b>
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>экзамен</b>

## 4.3 Лекционные занятия

№	Темы
1	Основы числового программного управления
2	Основы программирования современных станков с ЧПУ.
3	Подготовка информации для управляющих программ.
4	Разработка технологического процесса обработки для станков с ЧПУ
5	Подготовка управляющих программ для станков токарной группы.
6	Подготовка управляющих программ для станков фрезерной группы.
7	Программирование обработки на многоцелевых станках с ЧПУ.
8	Системы автоматической диагностики, контроля и измерения в рабочем пространстве станков с ЧПУ.

## 4.4 Лабораторные занятия

№	Темы занятий
1	Разработка управляющей программы для токарного станка
2	Разработка УП для токарного станка с противопинделем
3	Разработка УП для 3-х осевого фрезерного станка
4	Разработка УП для токарно-фрезерного станка.
5	Автоматическое распознавание элементов 3D модели (AFR)
6	Редактирование данных станков технологической базы САМ системы
7	Редактирование инструментальных магазинов технологической базы знаний

## 4.5 Практические занятия

№	Тема
1	Разработка и редактирование данных инструментов технологической базы знаний
2	Создание и редактирование данных материалов технологической базы знаний
3	Разработка и редактирование данных режимов резания технологической базы знаний
4	Настройка технологической базы операций для обработки КТЭ
5	Разработка постпроцессора

#### 4.6. Расчетно-графическая работа

В расчетно-графической работе осуществляется проектирование оптимальной заготовки, разрабатывается маршрут и стратегия обработки. Анализируется состав КТЭ детали, проектируется технология и рассчитываются технологические режимы их обработки. В технологическую базу САМ системы вносятся данные разработанных технологий обработки КТЭ и редактируются разделы оборудования, постпроцессора и инструментов. С использованием актуализированной технологической базы данных осуществляется разработка технология обработки, управляющая программа и необходимая технологическая документация для производства.

Каждый студент получает унифицированное задание на расчетно-графическую работу в виде рабочих чертежей деталей.

Работа должна содержать файлы проектной документации в электронном виде структурированную поразделам. Расчетно-графическая работа должна выполняться по ниже приведенным этапам:

- Разработка трехмерной модели детали и заготовки.
- Выбор технологических баз и координатной системы.
- Анализ конструктивно-технологических элементов, формирующих деталь. Разработка стратегии обработки КТЭ детали.
- Разработка УП и верификацию процесса обработки в САМ системе. Анализ временных затрат на обработку.
- Разработка инструментальной наладки станка и операционных эскизов.
- Разработка электронного каталога конструкторско-технологической документации проекта и презентации.

Трудозатраты на выполнение расчетно-графической работы составляют 66 часов.

#### 4.7 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Структура управляющей программы. Структура кадров управляющей программы. Запись слов в кадрах управляющей программы. Формат кадра управляющей программы.
2	Технологическая документация. Уровни автоматизации программирования.
3	Подсистема приводов. Подсистема обратной связи. Функционирование системы ЧПУ.
4	Диалоговые методы программирования многоцелевых станков. Расчет координат опорных точек на контуре детали и на эквидистанте.
5	Программирование роботизированных комплексов.
6	Контрольно-измерительные машины (КИМ), контроль и мониторинг производства, контроль тепловых воздействий.

## 5.ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой аттестации обучающихся по ОП ВО В КБГУ. Сведения об организации работы по этой системе приведены в таблице.

№	Контрольные мероприятия	Макс. балл (распред.)
6 семестр		
1	Посещение занятий	10 (3+3+4)
2	Коллоквиум	18 (6+6+6)
3	Тестирование	18 (6+6+6)
4	Защита лабораторных работ и выполнение расчетной работы	24(8+8+8)
Итого		70
Выполненные части расчетно-графической работы накладывает ограничения на максимальную сумму набранных студентами баллов в контрольных мероприятиях		
1	Выполнена разработка трехмерной модели детали и заготовки.	не более 23
2	+ Выполнен выбор технологических баз и координатной системы.	не более 33
3	+ Выполнен анализ конструктивно-технологических элементов, формирующих деталь. Разработаны стратегии обработки КТЭ детали	не более 43
4	+ Выполнена разработка УП и верификация процесса обработки в САМ системе.	не более 51
5	+ Выполнена разработка инструментальной наладки станка, операционных эскизов и анализ затрат времени на обработку.	не более 61
6	+ Выполнена разработка электронного каталога конструкторско-технологической документации работы и презентации	70

### Коллоквиумы

Коллоквиумы проводятся по вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию. При этом на каждый из трех рубежных контрольных мероприятия выносится одна треть вопросов из общего их числа к экзамену. Подготовка к коллоквиуму осуществляется по материалам лекций, лабораторных работ и основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по дисциплине.

### Тесты

Для текущего контроля успешности обучения используются разработанные на кафедре аттестационные педагогические измерительные материалы для компьютерного тестирования (тестовые задания). Структура этих материалов приведена в таблице.

№ тем	Тема	Колич. заданий
1	Системы ЧПУ	46
2	Функциональные коды управляющих программ	97
3	Приемы программирования УП	41
ИТОГО		174

*Примеры тестовых заданий*

**Какая группа кодов отвечает за перемещение?**

- 1) G17, G18, G19;-
- 2) G00, G01, G02, G03;+
- 3) G20, G21;-
- 4) G53-G59.-

**Кнопка на панели инструментов оператора для перехода в ручной режим работы станка**

- 1) JOG; +
- 2) Cycle Start; -
- 3) Stop; -
- 4) Reset; -
- 5) Auto; -

**В каких единицах измеряется подача F**

- 1) мм/мин; +
- 2) об/мин; -
- 3) мм; -
- 4) с; -
- 5) мин; -

**Какая группа кодов отвечает за выбор системы координат**

- 1) G00-G04; -
- 2) G21-G23; -
- 3) G17-G19; -
- 4) G53-G59; +
- 5) G90-G91; -

**Параметр инструмента задается при помощи кода**

- 1) T; +
- 2) D; -
- 3) S; -
- 4) F; -
- 5) M; -

**Какая система программируется при помощи кода G91**

- 1) Абсолютная; -
- 2) Инкрементная или относительная; +
- 3) Полярная; -
- 4) Декартова; -
- 5) Цилиндрическая; -

**Кадр N30 T1 M6 предназначен для**

- 1) Смены инструмента в шпинделе станка; +
- 2) Коррекции инструмента по длине; -
- 3) Извлечения инструмента T1 из магазина станка; -
- 4) Прекращения обработки этим инструментом; -
- 5) Коррекция инструмента по радиусу; -

**Для чего нужны строки безопасности?**

- 1) Для перевода СЧПУ в ручной режим работы; -
- 2) Для перевода СЧПУ в стандартный режим и отмены ненужных функций; +

3) Для отмены ненужных функций; -

**Положительным направлением оси Z станка с ЧПУ всегда являются движения, при которых:**

- 1) инструмент и заготовка взаимно приближаются; -
- 2) ответы 1 и 3 правильные; -
- 3) инструмент и заготовка взаимно удаляются; - +
- 4) нет правильного ответа.; -

**При помощи каких кодов выполняется останов управляющей программы?**

- 1) M00 и M01; +
- 2) M02 и M30; -
- 3) M05; -

**Код G00 служит для**

- 1) Кругового перемещения по часовой стрелке; -
- 2) Кругового перемещения против часовой стрелки; -
- 3) Линейного перемещения с заданной подачей; -
- 4) Линейного перемещения с ускоренной подачей; +
- 5) Перемещения с минимальной подачей; -

**Какая функциональная группа кодов отвечает за перемещение?**

- 1) G17, G18, G19; -
- 2) G00, G01, G02, G03; +
- 3) G20, G21; -
- 4) G54-G59; -.

**Каким вспомогательным кодом программируется конец программы, перевод курсора в начало программы?**

- 1) M02; -
- 2) M00; -
- 3) M30; +
- 4) M01; -

**Кадр N30 T1 M6 предназначен для**

- 1) Смены инструмента в шпинделе станка; +
- 2) Коррекции инструмента по длине; -
- 3) Извлечения инструмента T1 из магазина станка; -
- 4) Прекращения обработки этим инструментом; -
- 5) Коррекция инструмента по радиусу; -

### **Практические занятия и расчетно-графическое проектирование**

Практические занятия в 7 семестре, в основном, посвящены выполнению расчетно-графической работы. Оценка хода проектирования осуществляется по выполненному студентом фактическому материалу

### **Лабораторные работы**

В методических разработках к лабораторным работам приведены цель и программа работы, основные методические указания к их выполнению, содержание отчета, контрольные вопросы и список рекомендуемой литературы.

## **5.2 Промежуточная аттестация**

### **Вопросы к экзамену**

1. Назначение и особенности CAM систем, NC, CNC, DNC
2. Язык программирования ISO 7-bit (G-код)

3. Назначение системы координат станков с ЧПУ
4. Прямоугольная система координат станка
5. Полярная система координат станка
6. Дополнительные поворотные оси координат
7. Основная координатная система станка с ЧПУ
8. Координатная система заготовки
9. Выбор системы координат заготовки при фрезерной обработке
10. Выбор системы координат заготовки при токарной обработке
11. Положение и обозначение координатных осей на станках с ЧПУ
12. Направления перемещений в станках с ЧПУ
13. Нулевые и исходные точки станков с ЧПУ
14. Нулевая точка станка M
15. Исходная точка станка R
16. Нулевая точка заготовки W
17. Нулевая точка инструмента E
18. Точка смены инструмента N
19. Установка нулевой точки заготовки на токарном станке с ЧПУ
20. Установка нулевой точки заготовки на фрезерном станке с ЧПУ
21. Установка нулевой точки заготовки по оси Z
22. Установка нулевой точки заготовки по оси X
23. Установка нулевой точки заготовки по оси Y
24. Тенденции развития систем числового программного управления
25. Преимущества современных систем ЧПУ и их возможности
26. Система ЧПУ FANUC
27. Система ЧПУ SINUMERIK
28. Системы ЧПУ Heidenhain
29. Система ЧПУ BoschRexroth
30. Система ЧПУ Mitsubishi
31. Система ЧПУ HAAS
32. Особенности отечественных систем ЧПУ
33. Особенности программирования станков с ЧПУ
34. Основные функции, понятия и определения СЧПУ
35. Назначение и функции интерполятора в системе ЧПУ
36. Алгоритм и применение линейной интерполяции
37. Алгоритм и применение круговой интерполяции
38. Структура управляющей программы ЧПУ
39. Правила составления управляющей программы.
40. Правила программирования устройств ЧПУ четвертого поколения
41. Правила программирования устройств ЧПУ пятого поколения
42. Алгоритм и особенности наладки станков с ЧПУ
43. Особенности наладки токарных станков с ЧПУ
44. Особенности наладки многоцелевых станков с ЧПУ.
45. Установка приспособлений-спутников на станок
46. Установка режущих и вспомогательных инструментов в магазин
47. Назначение и содержание процесса контроля механообработки
48. Системы автоматического контроля и диагностирования
49. Назначение и методы диагностирования станочных систем.
50. Выбор параметров диагностики станочной системы.
51. Контроль и диагностика как метод повышения надежности мехобработки
52. Задачи автоматизированного контроля и диагностики инструмента.
53. Косвенные измерения параметров процесса механической обработки
54. Компонировка и основные узлы станка с ЧПУ
55. Система управления ЧПУ INDEX C200-4

## 6.МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 6.1. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Контролируе мые компетенции (часть компетенций)	Результаты обучения(объекты оценивания)	Основные показатели оценки результатов	Оце ноч ные сред ства
1	2	3	4
ПКС-7.1- Способен проводить анализ технологично сти конструкции деталей с точки зрения изготовления на станках с ЧПУ и разработать с применением CAD-систем предложения по повышению технологично сти конструкции;	<b>З1</b> Знать методы разработки математических моделей машиностроительных технологий	Перечисление форм представления исходной, промежуточной и результатирующей информации САМ систем, основных характеристик, преимуществ и недостатков современных САМ систем; разновидности, особенности и области применения современного технологического и программного обеспечения станков с ЧПУ, а также принципов автоматического и автоматизированного проектирования технологических процессов обработки на станках с ЧПУ, метод параметрического программирования	К, Т, ДЗ, РК.
	<b>У1</b> Уметь выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий	Практически разрабатывать и редактировать технологические базы данных и базы знаний САМ систем, проектировать инструментальные наладки станков	ПР, ЛР, РГР, К, Т, ДЗ, РК.
ПКС-7.2 - Способен проводить анализ технологичес ких процессов изготовления деталей, вносить предложения по применению станков с ЧПУ и разрабатывать техничко- экономическо е обоснование целесообразн	<b>З2</b> Знать алгоритмы и программы выбора и расчетов параметров технологических процессов	Перечисление методов проектирования переходов обработки на различных станках с ЧПУ и оптимизации траектории инструментов, системы и методы кодирования информации, особенности расчета траектории движения инструмента, методы контроля управляющих программ и результатов обработки	ПР, ЛР, РГР, К, Т, ДЗ, РК.
	<b>У2</b> Уметь выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической	Практически готовить исходную информацию для управляющих программ, пользоваться базами технологическими данными и знаний оснастки, инструментов автоматизированного расчета параметров обработки с использованием специализированных программных	ПР, ЛР, РГР, К, Т, ДЗ, РК.

<p>ости применения станков с ЧПУ;</p>	<p>оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации</p>	<p>средств</p>	
	<p><b>У3</b> Уметь разрабатывать планы, программы и методики, другие тестовые документы, входящие в состав технологической и эксплуатационной документации</p>	<p>Практическое использование диалогового программирования УЧПУ станков и составление расчетно-технологических карт включая подбор необходимого технологического и программного обеспечения станков с ЧПУ</p>	<p>ПР, ЛР, РГР, К, Т, ДЗ, РК.</p>
	<p><b>В2</b> Владеть способностью участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий</p>	<p>Навыки настройки/наладки оборудования с ЧПУ и контроля результатов обработки, включая набор текста управляющих программ на клавиатуре УЧПУ, передачу управляющих программ на станок с ЧПУ с использованием телекоммуникационных средств</p>	<p>ПР, ЛР, РГР, К, Т, ДЗ, РК.</p>
<p>ПКС-7.3 - Способен осуществлять подготовку с применением САРР-систем рекомендаций по выбору схем установки заготовок и по выбору и применению средств технологического оснащения для операций обработки заготовок на станках с ЧПУ;</p>	<p><b>34</b> Знать состав работ по настройке и регламентному эксплуатационному обслуживанию средств и систем машиностроительных производств</p>	<p>Описать информационную структуру систем числового программного управления станками. Перечисление номенклатуры современных инструментов для станков с ЧПУ</p>	<p>К, Т, ДЗ, РК.</p>
	<p><b>33</b> Знать этапы приемки и освоения вводимых в эксплуатацию управляющих программ для обработки на станках с ЧПУ</p>	<p>Перечисление форм представления паспортов станков с ЧПУ для постпроцессора, основные методы и особенности проектирования постпроцессоров, особенностей обработки на станках с числовым программным управлением. объяснить специфику подготовки информации для управляющих программ и диалогового метода программирования на УЧПУ</p>	<p>К, Т, ДЗ, РК.</p>
	<p><b>У4</b> Уметь выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительных производств с</p>	<p>Практическая разработка технологических операций обработки, включая управляющие программы для токарных, фрезерных и многоцелевых станков с использованием САМ систем,</p>	<p>ПР, ЛР, РГР, К, Т, ДЗ, РК.</p>



	использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	реализация приемов параметрического программирования и программирования с использованием подпрограмм,	
	<b>В1</b> Владеть способами рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, способы реализации основных технологических процессов	Навыки адаптации постпроцессоров к имеющемуся оборудованию, подбора режущего и вспомогательного инструмента с последующими процедурами, привязки инструментов, коррекции программ и пробного пуска	ПР, ЛР, РГР, К, Т, ДЗ, РК.

В графе 4 приводятся оценочные средства контроля успешности освоения: выполнение лабораторной работы (ЛР), расчетно-графической работы (РГР), практической работы (ПР), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т)

## 6.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

### 6.2.1 Текущий и рубежный контроль

В рамках текущего и рубежного контроля по дисциплине студент может набрать до 70 баллов. Распределение баллов приведено в таблице.

Сем естр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
6	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Удовлетворительные показатели по коллоквиумам и тестированиям.	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Хорошие показатели по коллоквиумам и тестированиям.	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Высокие показатели по коллоквиумам и тестированиям.

## 6.2.2 Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 6 семестре проводится по шкале, используемой на экзамене:

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно(36-60 баллов)	Удовлетворительно(61-80 баллов)	Хорошо(81-90 баллов)	Отлично(91-100 баллов)
6	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене) дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

### Шкала соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам для оценивания курсовой работы

Рейтинговая оценка (в баллах)	Оценка по пятибалльной шкале
91-100	«отлично»
81-90	«хорошо»
61-80	«удовлетворительно»
менее 61	«неудовлетворительно»

## **7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ В.И. Аверченков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 212 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7010.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ [Электронный ресурс]: монография/ В.И. Аверченков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 148 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6989.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. А.Н. Поляков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 198 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33646.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Основы программирования токарной обработки деталей на станках с ЧПУ в системе «Sinumerik» [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.А. Терентьев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 107 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33645.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Основы программирования фрезерной обработки деталей на станках с ЧПУ в системе «Sinumerik» [Электронный ресурс]: учебное пособие/
3. Основы программирования токарной обработки деталей на станках с ЧПУ в системе «Sinumerik» [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.А. Терентьев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 107 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33645.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Ловыгин, А.А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система [Электронный ресурс] / А.А. Ловыгин, Л.В. Теворовский. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 280 с.
5. Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Аверченков [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : ФЛИНТА, 2014. — 355 с.
6. Берлинер, Э.М. Программирование обработки на станках с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Э.М. Берлинер, А.А. Варфоломеев. — Электрон. дан. — Москва : Московский Политех, 2013. — 80 с.
7. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Системы числового программного управления: Учеб. пособие. – М. Логос, 2005. – 296 с. ISBN 5-98704-012-4.
8. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Программирование систем числового программного управления: Учеб. пособие. – М. Логос, 2008. – 344 с. + компакт-диск. ISBN 978-5-98704-296-8.
9. Елизаров И.А. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры. М. 2004. 180 с.
4. Ключев А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. СПб, 2008
10. Гжиров В.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ. - Л.: Машиностроение, 1990.- 591с.

11. Калабеков Б.А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы, Горячая линия-Телеком, 2000, 336 с
12. Евгеньев Г.Б., Основы программирования обработки на станках с ЧПУ. - М.: Машиностроение, 1983. - 304с., ил.
13. Фокс А., Пратт М., Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве: Пер. с англ.- М.: Мир, 1982.- 304 с., ил.
14. Норенков И.П., Автоматизированное проектирование. М.: 2000.-188 с., ил.
15. Петров В.Н., Информационные системы – СПб.: Питер, 2002.- 688 с., ил.
16. Библиотека книг по разработке технологических процессов и управляющих программ для станков с ЧПУ (формат – электронный) на DVD диске.

### **7.3 Периодические издания**

**Проблемы машиностроения и автоматизации** –статьи об исследованиях в области современного машиностроения и автоматизации, передовом опыте, прогрессивных формах и передовых технологиях машиностроения.

**"Вестник машиностроения"** - освещаются вопросы развития отраслей машиностроения, разработки, создания, внедрения новой техники, новых технологий, новых видов материалов, в том числе композитов, пластмасс, керамики.

**«Справочник. Инженерный журнал (с приложением)»** - справочно-информационные и поясняющие материалы, необходимые для практической работы и повышения квалификации инженеров всех отраслей техники: конструкторов, технологов, экспертов, разработчиков новой техники, проектировщиков, материаловедов, преподавателей, а также студентов вузов

электронный журнал **"Технологии PLM и ИЛП"** - <http://www.cals.ru/emag/>

### **7.4 Интернет-ресурсы**

<http://cnsexpert.ru/>– Информационно - образовательный сайт. Основы построения управляющих программ, образовательный курс по ЧПУ программированию. Расчет допусков и посадок. Базовый курс по черчению. Основы материаловедения. Обзоры систем SAPR, CAD, CAM. Устройство, ремонт и эксплуатация ЧПУ. Справочная информация. Полезные приложения.

<http://www.stanoks.com/>- документация на станки, УЧПУ, электроприводы, УЦИ, энкодеры;

<http://www.cals.ru/>- проекты и решения в области информационного сопровождения и поддержки жизненного цикла наукоемких изделий;

<http://www.iso.staratel.com/>– Нормативно-справочная информация широкого спектра проблем: управление процессами производства; управление качеством; информационные технологии;

### **7.5 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем**

1. <http://www.diss.rsl.ru> – ЭБД РГБ - Электронные версии полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки
2. <http://www.scopus.com> – SciverseScopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии». Реферативная и аналитическая база данных
3. <http://elibrary.ru> – Электронная библиотека научных публикаций.
4. <http://polpred.com> – Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям
5. <https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts> - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
6. <http://www.consultant.ru/> - справочно-правовая система Консультант Плюс
7. <http://www.garant.ru> - СИС «Гарант».

## **7.6 Методические указания к лабораторным занятиям**

Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе с учебным программным обеспечением, мультимедийные проекционным оборудованием. Компьютеры, объединенные в локальную сеть должны обеспечивать работу с программами для обработки данных, моделирования и проектирования CAD-CAPP-CAM-PDM. Локальная сеть класса должна обеспечивать связь компьютеров с УЧПУ станков и иметь выход в глобальную сеть ИНТЕРНЕТ.

Методические указания к лабораторным работам, электронные учебные пособия доступны на диске D://Work, а также на диске DVD «Лекции и методические материалы по дисциплине» с примерами выполнения лабораторных работ.

## **7.7 Методические указания к практическим занятиям**

Практические занятия проводятся в компьютерном классе с мультимедийным проекционным оборудованием, учебным программным обеспечением (компьютеры должны быть объединены в локальную сеть и обеспечивать работу с программами по обработке данных, моделированию и проектированию CAD-CAPP-CAM-PDM). Локальная сеть класса должна обеспечивать связь компьютеров с УЧПУ станков и иметь выход в глобальную сеть ИНТЕРНЕТ.

Методические указания к занятиям, электронные учебные пособия доступны на диске D://Work, а также на диске DVD «Лекции и методические материалы по дисциплине» с примерами выполнения практических работ.

## **7.8 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий**

➤ Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. Вуз 4.0», Модуль поиска текстовых заимствований «Объединенная коллекция 2020»

➤ Система оптического распознавания текста SETERE OCR для РЭД ОС

➤ Редактор изображений AliveColorsBusiness

➤ Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition

➤ Пакет офисного программного обеспечения Р7-Офис.Профессиональный

(Десктопная версия)

➤ Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal

➤ Программный пакет внутриорганизационного интранет-портала DeskWork

Enterprise

➤ Программа архиватор 7-zip,

➤ Web Browser – Firefox.

➤ Пакет для обработки статистических данных [R \(programming language\)](#).

➤ GNU Octave (GUI).

➤ КОМПАС 3D

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях (аудиториях) для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

Для самостоятельной работы обучающихся имеются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Лабораторные работы, проводятся в специализированных компьютерном классе с современным компьютерным оборудованием, использующим в процессе обучения студентов программное обеспечение, прописанное в п. 7.8.

Требования к условиям реализации дисциплины:

№ п/п	Вид аудиторного фонда	Требования
1.	Лекционная аудитория	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
2.	Лаборатория с парком современных станков с ЧПУ для лабораторных практических занятий	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: подвижная маркерная доска, считывающее устройство для передачи информации в компьютер; настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
3.	Компьютерные классы	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: персональные компьютеры, подключённые к локальной сети и Интернет из расчета один на два студента.

Материальное обеспечение лабораторных занятий:

№ п/п	Материальное обеспечение
1.	Парк персональных компьютеров с программным обеспечением для эмуляции систем ЧПУ различных фирм производителей станков, а также комплексными системами автоматизированного проектирования CAD - CAM
2.	Средства демонстрации мультимедийных обучающих видеороликов
3.	Станок с ЧПУ токарной группы
4.	Станок с ЧПУ фрезерной группы
5.	Многоцелевой станок с ЧПУ
6.	Устройство для наладки инструментов вне станка
7.	Контрольно-измерительная машина

## **9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей;

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### Приложение 1. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

Рабочая программа по дисциплине «Программирование станков с ЧПУ» по направлению подготовки 15.03.05 – конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль «Технология машиностроения»  
на \_\_\_\_\_ учебный год

№п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

обсуждена и рекомендована на заседании кафедры «Технология и оборудование автоматизированного производства»  
протокол № \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Яхутлов М.М./