

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

Институт информатики, электроники и робототехники

Кафедра «Технология и оборудование автоматизированного производства»

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП
_____ М.М. Яхутлов

« _____ » _____ 2024г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института
_____ Б.В. Шогенов

« _____ » _____ 2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ»**

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

**Магистерская программа
Технологии цифрового производства**

**Квалификация (степень) выпускника
Магистр**

**Форма обучения
Очная**

Рабочая программа дисциплины «Технология обработки на станках с ЧПУ» /сост. Р.М. Нартыжев –Нальчик:КБГУ,2023. – 23с.

Рабочая программа предназначена для преподавания обязательной дисциплины вариативной части блока Б1.В.04 по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств в 2 семестре.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утверждённого приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17 августа 2020 г. № 1045.

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	10
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	15
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	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 «Технология обработки на станках с ЧПУ» является формирование у студентов знаний и умений, необходимых для эффективного использования ими современного технологического оснащения с микропроцессорным управлением, а также средств автоматизированной разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ.

Задачами дисциплины являются:

- изучение принципов программного управления оборудования с ЧПУ;
- изучение методики подготовки управляющих программ и систем автоматизации программирования станков с ЧПУ;
- изучение принципов программирования элементов автоматизации производства и программного управления работой системы автоматических машин;
- ознакомление с методами объектно-ориентированного проектирования автоматизированных производств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОПВО

Дисциплина «Технология обработки на станках с ЧПУ» является обязательной дисциплиной вариативной части блока Б1.

Изучение дисциплины базируется на знаниях высшей математики, информатики, основ конструирования, умении использовать 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 информатика, основы компьютерных технологий, САПР ТП, оборудование автоматизированных производств, программирование станков с ЧПУ и служит основой для изучения последующих смежных дисциплин магистерской подготовки.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

профессиональных на основе профессиональных стандартов (ПКС):

ПКС-1. Способен разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления изделий машиностроения;

ПКС-1.1. Знает методики проектирования технологических процессов изготовления изделий машиностроения, системы конструкторской и технологической документации, технологической подготовки производства, программные средства автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства;

ПКС-1.2. Умеет проектировать и внедрять эффективные технологические процессы изготовления конкурентоспособных изделий машиностроения;

ПКС-1.3. Владеет навыками разработки технологических процессов изготовления изделий машиностроения, отвечающих современным требованиям качества продукции и технико-экономической эффективности производства;

ПКС-2; Способен выбирать и эффективно использовать материалы и средства технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительной продукции

ПКС-2.1; Знает современные конструкционные и инструментальные материалы, технологические возможности средств технологического оснащения (оборудования, технологической оснастки, средств механизации и автоматизации) для реализации технологических процессов изготовления машиностроительной продукции

ПКС-2.2; Умеет анализировать, выбирать и эффективно использовать материалы и средства технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительной продукции

ПКС-3; Способен проектировать средства технологического оснащения машиностроительных производств

ПКС-3.1; Знает устройство и характеристики средств технологического оснащения (оборудования, технологической оснастки, средств механизации и автоматизации) и методики их проектирования

ПКС-3.2; Умеет проектировать средства технологического оснащения машиностроительных производств

Результатеизучениядисциплиныстудентдолжен:

знать

- цели и задачи программирования оборудования с ЧПУ, средства и системы инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения(31);

- средства и системы, необходимые для реализации модернизации и автоматизации технологического и программного обеспечения оборудования с ЧПУ (32);

- средства и системы оснащения производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства(33);

- технические и эксплуатационные характеристики машиностроительных производств, а также средства реализации производственных и технологических процессов изготовления машиностроительной продукции(34).

уметь:

- разрабатывать технические задания на создание технологий изготовления машиностроительных изделий, на модернизацию и автоматизацию действующих в машиностроении производственных и технологических процессов и производств(У1);

- определять приоритеты при подборе технологического и программного обеспечения оборудования с ЧПУ с целью максимального использования их возможностей(У2);

- разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий при модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых производств(У3);

- выбирать и эффективно использовать материалы, оборудование, инструменты, технологическую оснастку, средства автоматизации, контроля, диагностики, управления, алгоритмы и программы выбора и расчета параметров технологических процессов(У4);

владеть:

- проблемно-ориентированными методами анализа, синтеза и оптимизации конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств с использованием известных научных методов и способов решения научных и технических проблем (В1).

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Форма текущего контроля
1	Программирование станков, станочных комплексов и РТС.	Особенности назначения стратегий обработки на станках с программным управлением. Интегрированные CAD-CAM системы, взаимосвязь систем проектирования. Программирование роботизированных технологических комплексов.	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, ПКС-2.1, ПКС-2.2,	(КР), (ЛР), (К), (Т)
2	Автоматическая разработка управляющих программ для ЧПУ.	Параметрические связи электронной модели детали и управляющей программы. Формирование технологической базы данных. Принципы автоматического распознавания КТЭ детали и автоматического назначения операций их обработки. Уровни автоматизации программирования.	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, ПКС-2.1, ПКС-3.2	(КР), (ЛР), (К), (Т)
3	Принципы онлайн и офлайн программирования оборудования с ЧПУ	Информационная структура производственных систем с программным управлением. Организация телекоммуникационной связи с устройствами управления оборудованием. Протоколы связи. Особенности передачи информации на оборудование с программным управлением.	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-3.1,	(КР), (ЛР), (ДЗ), (К)
4	Разработка технологических процессов обработки на оборудовании с ЧПУ	Автоматическое и автоматизированное проектирование техпроцесса обработки. Методы моделирования объектов обработки. Разработка технологии обработки конструктивно-технологических элементов (КТЭ) детали. Адаптация технологической базы знаний к условиям предприятия.	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-2.2, ПКС-3.1, ПКС-3.2	(КР), (ЛР), (ДЗ), (К)
5	Автоматизированная обработка деталей в гибких производственных системах	Технологическая документация. Составление расчетно-технологической карты. Расчет пространственно-временных связей в ГПС. Планирование работы ГПС: оперативное, тактическое и стратегическое.	ПКС-1.3, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-3.1, ПКС-3.2	(КР), (ЛР), (К), (Т)
6	Модельно – ориентированное проектирование производственных систем	Особенности организации работы производства при безлюдной технологии. Дискретно-событийная парадигма моделирования систем и процессов машиностроительного производства. Имитационное моделирование процессов в производственных системах. Виртуальный запуск производства. Программное управление системой машин.	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-3.1, ПКС-3.2	(КР), (ЛР), (Р), (К), (Т)
7	Системы автоматической диагностики, контроля и измерения параметров процесса и оборудования.	Сбор и регистрация параметров работы оборудования. Контактные и бесконтактные измерительные системы. Системы контроля и мониторинга параметров производства (SCADA). Адаптивные системы управления оборудованием.	ПКС-1.3, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-3.1, ПКС-3.2	(КР), (ЛР), (РК), (К)

В графе 5 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графической работы (РГР), 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 единицы (144 часов)

Очная форма обучения

Вид работы	ОФО
	2 сем.
Общая трудоемкость	144
Аудиторная (контактная) работа:	54
Лекции (Л)	10
Лабораторные занятия (ЛР)	36
Практические занятия (ПЗ)	8
Самостоятельная работа, в том числе контактная:	63
Курсовой проект (КП)	30
Расчетная графическая работа	
Самостоятельное изучение разделов	13
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	20
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27
Вид итогового контроля	Экзам-мен курс. работа,

4.3 Лекционные занятия

№	Темы
1.	Программирование станков, станочных комплексов и РТС.
2.	Автоматическая разработка управляющих программ для ЧПУ.
3.	Принципы онлайн и офлайн программирования оборудования с ЧПУ
4.	Разработка технологических процессов обработки на оборудовании с ЧПУ
5.	Автоматизированная обработка деталей в гибких производственных системах
6.	Модельно – ориентированное проектирование производственных систем
7.	Системы автоматической диагностики, контроля и измерения параметров процесса и оборудования.

4.4 Лабораторные занятия

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

4.5 Практические занятия

№	Тема
1	Разработка плана производства деталей и выбор технологического оборудования
2	Расчет пространственных и временных параметров роботизированных комплексов
3	Разработка структуры и планировки гибкой производственной системы
4	Разработка имитационной модели в программе Tecnomatix
5	Оптимизация вместимости накопителей межоперационных заделов
6	Планирование имитационных экспериментов в программе Tecnomatix

4.6 Курсовая работа

Курсовая работа «Разработка технологии обработки деталей на станках с ЧПУ в ГПС» призвана практически закрепить полученные теоретические знания.

В работе разрабатываются технологические процессы изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ и управляющие программы. Производится выбор оборудования с программным управлением и другие средства технологического оснащения производственной системы для обработки заданного объема производства. Рассчитываются параметры и разрабатываются возможные структурно-компоновочные варианты ГПС. Разрабатывается имитационная модель ГПС. Параметры ГПС, полученные расчетным путем, проверяются на имитационной модели.

Работа включает разделы:

- Введение.
- Разработка технологических процессов обработки деталей.
- Выбор оборудования и разработка управляющих программ обработки.
- Расчет параметров ГПС.
- Разработка структуры и компоновки ГПС.
- Разработка имитационной модели ГПС.
- Планирование экспериментов и имитационное моделирование ГПС.
- Заключение.

Каждый студент получает унифицированное задание на курсовую работу с индивидуальными значениями параметров проектируемой производственной системы.

Работа допускается к защите после проверки руководителем и защищается студентом.

4.7 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Программируемые логические контроллеры для управления технологическими машинами. Принципы и протоколы информационного обмена с системой управления производством.
2	Настройка и редактирование данных технологической базы знаний САМ систем
3	Виды и особенности разработки постпроцессоров для САМ систем
4	Методы объектно-ориентированного программирования. Семантика и синтаксис языка программирования SimTalk.
5	Программные комплексы моделирования производственных систем и процессов DELMIA и Siemens Tecnomatix. Назначение. Основные возможности.

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 ОПВО-ВКБГУ. Сведения об организации работы по этой системе приведены в таблице.

№	Контрольные мероприятия	Макс. балл (распред.)
2 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
2 семестр, курсовое проектирование		
1	Разработка технологических процессов обработки деталей.	10
2	Выбор оборудования и разработка управляющих программ обработки.	20
3	Расчет параметров ГПС и разработка структуры и компоновки ГПС.	10
4	Разработка имитационной модели ГПС.	20
5	Планирование экспериментов и имитационное моделирование ГПС.	5
6	Оформление РПЗ	5
7	Защита курсовой работы	30
ИТОГО		100

Коллоквиумы

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

Тесты

Для текущего контроля успешности обучения используются компьютерное тестирование показывающее степень владения программными средствами реализации компьютерных технологий на производстве и проведения научных исследований. Тестирование осуществляется с использованием встроенных в профессиональные программы тестовых заданий или путем выполнения типовых приемов работы в программной среде, а также используются разработанные на кафедре аттестационные педагогические измерительные материалы для компьютерного тестирования (тестовые задания). Структура этих материалов приведена в таблице.

№ тем	Тема	Количество заданий
1	Системы ЧПУ	46
2	Функциональные коды управляющих программ	97
3	Приемы программирования УП	41

Примеры тестовых заданий

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 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; -

Какая группа кодов отвечает за выбор системы координат

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

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; -

Какая система координат программируется при помощи кода G91

- 1) Абсолютная; -
- 2) Инкрементная или относительная; +
- 3) Полярная; -

- 4) Декартова; -
- 5) Цилиндрическая; -

В обозначениях моделей станков с программным управлением добавляют букву:

- 1) А; -
- 2) Ф; +
- 3) В; -
- 4) Ч; -.

Системы ЧПУ, характеризующиеся наличием одного потока информации называются:

- 1) замкнутыми; -
- 2) адаптивными; -
- 3) разомкнутыми; +
- 4) неадаптивными; -.

Станки, предназначенные для обработки плоских и пространственных корпусных деталей:

- 1) фрезерные станки с ЧПУ; +
- 2) токарные станки с ЧПУ; -
- 3) сверлильно-расточные станки с ЧПУ; -
- 4) шлифовальные станки с ЧПУ; -.

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

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

Как называется способ программирования, при котором координаты точек отсчитываются от постоянного начала координат?

- 1) относительным; -
- 2) абсолютным; +
- 3) постоянным; -
- 4) непостоянным; -.

Коды с адресом G называются:

- 1) основными; -
- 2) вспомогательными; -
- 3) подготовительными; +
- 4) главными.

Коды, действующие только в том кадре, в котором они находятся, называются:

- 1) модальными; -
- 2) непостоянными; -
- 3) немодальными; +
- 4) постоянными; -.

Практические занятия и курсовое проектирование

Практические занятия посвящены развитию умения и получению навыков решения типовых инженерных задач с использованием специализированных компьютерных программ моделирования и математической обработки результатов моделирования, а также методам сбора и обработки информации.

Лабораторная работа

В методических разработках 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. Виды систем управления технологическим оборудованием (PLC, CNC, MC, DC, RC, PAC).
2. Управление технологическими объектами в реальном времени.
3. Интеграция систем управления в технологический проект, создание единого окружения исполнения, подчиненное управление.
4. Методы разработки прикладного программного обеспечения с привлечением новых программных технологий из смежных областей (XML, XSLT, web, регулярные выражения).
5. Программируемые контроллеры автоматизации PAC; основные характеристики, структура математического обеспечения.
6. Направления развития контроллера PAC, технология мульти задачной работы в реальном времени, технология встроенных интерфейсов оператора.
7. Архитектура цифровых следящих приводов подач технологических машин, цифровой следящий привод с асинхронным двигателем, многокоординатное управление и SERCOS интерфейс.
8. Структура SERCOS телеграмм, настройка привода с помощью цифрового осциллографа, топология построения SERCOS-III.
9. Классификация систем ЧПУ, архитектурные модели (CNC, PCNC-1, PCNC-2, PCNC-3, PCNC-4).
10. Открытая архитектура системы ЧПУ класса PCNC (одно и двух- компьютерная модель), модель PCNC по типу виртуальной машины.
11. Задачи управления в системе ЧПУ.
12. Задача формообразования, архитектура конвейера обработки данных управляющей программы.
13. Интерпретатор и интерполятор в рамках геометрической задачи, их функции. Ситуации, требующие сброса буфера подготовленных кадров.
14. Фазовое пространство технологической машины, системы координат, подготовительные G-функции языка ISO-7bit, модальный эффект.
15. Управляющая программа системы ЧПУ, подготовительные G-функции, вспомогательные M-функции, адреса, специальные функции (F, S, T), кадры программы, номера кадров, комментарии.
16. Алгоритм эквидистантной коррекции (коррекция на радиус инструмента, вход и выход в эквидистантный контур, подавление кадра, генерация дополнительных кадров, алгоритм выявления ситуации "bottleneck").
17. Адаптивное управление в рамках технологической задачи ЧПУ (адаптивное управление, классификация систем адаптивного управления, управляемые параметры, решение на базе нейронных сетей).

18. Логическая задача ЧПУ. Классификация систем электроавтоматики, виртуальный контроллер SoftPLC, применение системы CodeSys в клиентской части, особенности управления электроавтоматикой станков с ЧПУ.
19. Терминальная задача управления. Формальные модели интерфейса оператора.
20. Трехмерная визуализация управляющей программы в рамках терминальной задачи ЧПУ.
21. Обработка скульптурных поверхностей в системах ЧПУ. Сплайн-программирование. Пример управляющей программы.
22. Сложная интерполяция в системах ЧПУ. Кубический сплайн. Акима-сплайн. Достоинства и недостатки методов.
23. NURBS-интерполяция в системах ЧПУ. Достоинства и недостатки метода.
24. Сглаживание линейного контура. Пример управляющей программы.
25. Алгоритм опережающего просмотра Look-ahead в системах ЧПУ; стратегия алгоритма.
26. Примеры использования алгоритма Look-ahead, место алгоритма Look-ahead в конвейере обработки данных управляющей программы, параметры настройки алгоритма.
27. Архитектура систем ЧПУ. Эволюция архитектурных решений. Концептуальные варианты. Классификационные варианты.
28. Архитектура открытого ядра системы ЧПУ.
29. Интерфейс STEP-NC в системах ЧПУ.
30. Системы ЧПУ с Web-доступом.
31. Задачи наладки станка с ЧПУ.
32. Приспособления, применяемые в токарных станках с ЧПУ.
33. Приспособления, применяемые во фрезерных станках.
34. Порядок наладки токарного станка с ЧПУ.
35. Режимы работы станка с ЧПУ.
36. Режим ручного управления.
37. Режим ввода и редактирования УП.
38. Режим автоматической работы.
39. Цель задания нулевой точки и размерной привязки инструмента.
40. Вывод рабочего органа станка в нулевое положение.
41. Привязка инструмента.
42. Требования, предъявляемые к приспособлениям на станках с ЧПУ.
43. Требования, предъявляемые к инструменту.
44. Установка режимов обработки детали.
45. Ввод коррекций после обработки пробной детали.
46. Устройство закрепления и смены инструмента на станке с ЧПУ.
47. Устройства для закрепления заготовок на станке с ЧПУ.
48. Особенности наладки сверлильного станка с ЧПУ.
49. Особенности наладки фрезерного станка с ЧПУ.
50. Применение постоянных циклов обработки.
51. Цель применения многооперационных станков с ЧПУ.
52. Содержание карты наладки станка с ЧПУ.
53. Преимущества и недостатки станка с ЧПУ.
54. Применение инструмента с многогранными пластинами.
55. Особенности технологического процесса обработки детали на станке с ЧПУ.
56. Пробная обработка детали на станке с ЧПУ.
57. Системы управления станков с ЧПУ.
58. Формообразующие движения станков с ЧПУ.
59. Этапы проектирования УЧПУ.
60. Особенности назначения режимов обработки для станка с ЧПУ.

6.МЕТОДИЧЕСКИЕМАТЕРИАЛЫ,ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕПРОЦЕДУРЫОЦЕН ИВАНИЯЗНАНИЙ,УМЕНИЙ,НАВЫКОВИ(ИЛИ)ОПЫТАДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1. Результатыосвоенияучебнойдисциплины,подлежащиепроверке

Контролируемые компетенции (часть компетенций)	Результаты обучения (объекты оценивания)	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
1	2	3	4
ПКС-2.1; Знает современные конструкционные и инструментальные материалы, технологические возможности средств технологического оснащения (оборудования, технологической оснастки, средств механизации и автоматизации) для реализации технологических процессов изготовления машиностроительной продукции	З1 Знать цели и задачи программирования оборудования с ЧПУ, средства и системы инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения	Перечислить основные характеристики, преимущества и недостатки современных САМ систем; разновидности, особенности и области применения современного технологического и программного обеспечения станков с ЧПУ; диалоговые методы программирования на УЧПУ к многоцелевым станкам; номенклатуру современных инструментов для станков с ЧПУ;	Коллоквиумы, тестирование, экзамен
	У2 Уметь определять приоритеты при подборе технологического и программного обеспечения оборудования с ЧПУ с целью максимального использования их возможностей	Умение подбирать необходимое технологическое оборудование и рассчитывать потребное количество; выбирать программное обеспечение, соответствующее решаемой задаче; готовить исходную информацию и разрабатывать управляющие программы для станков с ЧПУ инструментальными средствами САМ систем;	Практические лабораторные занятия, курсовая работа, коллоквиум, экзамен
ПКС-1.1. Знает методики проектирования технологических процессов изготовления изделий машиностроения, системы конструкторской и технологической документации, технологической подготовки производства, программные средства автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства; ПКС-3.1; Знает устройство и характеристики средств технологического оснащения (обору-	З2 Знать средства и системы, необходимые для реализации модернизации и автоматизации технологического и программного обеспечения оборудования с ЧПУ	Перечисление форм представления паспортов станков с ЧПУ для постпроцессора; основные методы и особенности проектирования постпроцессоров; формы представления исходной, промежуточной и результирующей информации САМ систем;	Коллоквиумы, тестирование, экзамен
	У1 Уметь разрабатывать технические задания на создание технологий изготовления машиностроительных изделий, на модернизацию и автоматизацию действующих в машиностроении производственных и технологических процессов	Умение формулировать цели и задачи проектирования, определять требуемые значения параметров средств технологического оснащения. Умение разрабатывать альтернативные варианты техпроцессов.	Практические лабораторные занятия, курсовая работа, коллоквиум, экзамен

дования, технологической оснастки, средств механизации и автоматизации) и методики их проектирования	и производств		
<p>ПКС-1.2. Умеет проектировать и внедрять эффективные технологические процессы изготовления конкурентоспособных изделий машиностроения;</p> <p>ПКС-2.2; Умеет анализировать, выбирать и эффективно использовать материалы и средства технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительной продукции</p>	<p>ЗЗ</p> <p>Знать средства и системы оснащения производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства</p>	<p>Перечисление программных средств автоматизированного проектирования, особенностей обработки на станках с числовым программным управлением; методов проектирования переходов обработки на различных станках с ЧПУ и оптимизации траектории инструментов, систем и методов кодирования информации; метод параметрического программирования;</p>	<p>Коллоквиумы, тестирование, экзамен</p>
	<p>З4</p> <p>Знать технические и эксплуатационные характеристики машиностроительных производств, а также средства реализации производственных и технологических процессов изготовления машиностроительной продукции</p>	<p>Перечисление этапов подготовки информации для управляющих программ; информационную структуру систем числового программного управления станками; особенности расчета траектории движения инструмента; методы контроля управляющих программ и результатов обработки; приемов автоматического и автоматизированного проектирования технологических процессов обработки на станках с ЧПУ;</p>	<p>Коллоквиумы, тестирование, экзамен</p>
	<p>У4</p> <p>Уметь выбирать и эффективно использовать материалы, оборудование, инструменты, технологическую оснастку, средства автоматизации, контроля, диагностики, управления, алгоритмы и программы выбора и расчета параметров технологических процессов</p>	<p>Умение составлять расчетно-технологические карты и использованием параметрического программирования; проектировать инструментальные наладки станков; разрабатывать и редактировать технологические базы данных и базы знаний САМ систем; пользоваться диалоговыми методами программирования ЧПУ станков.</p>	<p>Практические лабораторные занятия, курсовая работа, коллоквиум, экзамен</p>
ПКС-1.3. Владеет навыками разработки технологических процессов изготовления изделий машиностроения, отвечающих современ-	<p>УЗ</p> <p>Уметь разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий при модерни-</p>	<p>Умение использовать алгоритмическое и программное обеспечение при конструкторско-технологической подготовке производств; разрабатывать имитационные модели производств и анализировать вариан-</p>	<p>Практические лабораторные занятия, курсовая работа,</p>

менным требованиям качества продукции и технико-экономической эффективности производства; ПКС-3.2; Умеет проектировать средства технологического оснащения машиностроительных производств	зации и автоматизации действующих и проектировании новых производств	ты производственных процессов на основе модельно ориентированного проектирования	коллоквиум, экзамен
	В1 Владеть проблемно-ориентированными методами анализа, синтеза и оптимизации конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств с использованием известных научных методов и способов решения научных и технических	Владение навыками адаптации постпроцессоров к имеющемуся оборудованию; подбор режущего и вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ; передачи управляющих программ на станок с ЧПУ с использованием телекоммуникационных средств; процедурами, привязки инструментов, коррекции программ и пробного пуска; методами параметрического программирования; методами программирования с использованием подпрограмм.	Практические лабораторные занятия, курсовая работа, коллоквиум, экзамен

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.

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
2	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.

В рамках текущего и рубежного контроля выполнения курсовой работы студент может набрать 70 баллов. Распределение баллов приведено в таблице.

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
2	Непосещение или плохое посещение консультаций с преподавателем. Невыполнение или неудовлетворительное выполнение составных частей курсовой работы. Студент не допускается к защите курсовой работы.	Полное или частичное посещение консультаций с преподавателем. Выполнение курсовой работы с отставанием от графика. Составные части курсовой работы выполнены не полностью, либо допущены ошибки.	Полное или частичное посещение консультаций с преподавателем. Составные части курсовой работы выполнены полностью, но с отставанием от графика, либо допущены незначительные ошибки.	Полное или частичное посещение консультаций с преподавателем. Безошибочное решение всех задач, поставленных в курсовой работе без отставания от графика.

6.2.2 Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 2 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)
2	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.

На защите курсовой работы студент может набрать 30 баллов.

Для оценки защиты курсовых работ используется следующая схема:

Объект оценки	Критерии	Максимальный балл
Оформление работы	Соответствует полностью требованиям	10
	Соответствует частично требованиям	5
	Не соответствует требованиям	0
Оценка на защите	Владеет материалом	20
	Частично владеет материалом	10
	Не владеет материалом	0

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

7.1. Основная литература

1. Ловыгин А.А., Теверовский Л.Д.. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система (+ DVD-ROM)/ М.:ДМК Пресс.,2012.- 280 с.
2. Босинзон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация М.:Академия,-2012.-192 с.
3. Технологическая подготовка производства в САПР / П.Ю. Бунаков, Э.В. Широких. М.: ДМК Пресс.- 2012. – 208 с.
4. Макаров В.Г. Проектирование цифровой системы управления автоматической линии станков [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Макаров В.Г.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014.— 240 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62252.html>.— ЭБС «IPRbooks».

7.2. Дополнительная литература

1. Методическое руководство по разработке управляющих программ для станков с ЧПУ (электронная библиотека КБГУ).
2. Лекции на DVD диске (электронная библиотека КБГУ)
3. Демонстрационные и обучающие видео ролики по САМ системам на DVD диске (электронная библиотека КБГУ)
4. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Системы числового программного управления: Учеб. пособие. – М. Логос, 2005. – 296 с.
5. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Программирование систем числового программного управления: Учеб. пособие. – М. Логос, 2008. – 344 с. + компакт-диск.
5. Тригубкин В. А.Техническая эксплуатация станков с ЧПУ и робототехнических комплексов Минск: Беларусь,- 2010. - 184 с
6. Ключев А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. СПб, 2008
6. Гжиров В.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ.- Л.: Машиностроение, 1990.- 591с.
7. Калабеков Б.А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы, Горячая линия-Телеком, 2000, 336 с

8. Евгеньев Г.Б., Основы программирования обработки на станках с ЧПУ. - М.: Машиностроение, 1983. - 304с., ил.
9. Фокс А., Пратт М., Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве: Пер. с англ.- М.: Мир, 1982.- 304 с., ил.
10. Норенков И.П., Автоматизированное проектирование. М.: 2000.-188 с., ил.
11. Петров В.Н., Информационные системы – СПб.: Питер, 2002.- 688 с., ил.
12. 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 – в журнале публикуются избранные статьи об исследованиях в области современного машиностроения и автоматизации, передовом опыте, прогрессивных формах и передовых технологиях машиностроения. Выпуск подготавливается по материалам периодического международного журнала. Аннотации к статьям даны на русском и английском языках.

"Вестник машиностроения" - научно-технический и производственный журнал, в котором освещаются вопросы развития отраслей машиностроения, разработки, создания, внедрения новой техники, новых технологий, новых видов материалов, в том числе композитов, пластмасс, керамики. В журнале публикуются статьи об опыте внедрения промышленных роботов, САПР.

«Справочник. Инженерный журнал (с приложением)» - журнал содержит 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. Материал журнала базируется на данных десятков известнейших справочников, марочников, каталогов и другой отечественной и зарубежной нормативной документации.

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

7.4. Методические указания к лабораторным занятиям

Лабораторные работы проводятся в лаборатории оснащенном современными станками с ЧПУ и компьютерным классом 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-CAE-CAM-PDM). Локальная сеть лаборатории должна обеспечивать связь компьютеров с УЧПУ станков и иметь выход в глобальную сеть ИНТЕРНЕТ.

Методические указания к лабораторным работам, электронные учебные пособия доступны на сайте <http://www.openkbsu.ru>, а также на диске DVD «Лекции и методические материалы по дисциплине» с примерами выполнения лабораторных работ.

7.5. 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-CAE-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 сайте <http://www.openkbsu.ru>, а также на диске DVD «Лекции и методические материалы по дисциплине» с примерами выполнения практических работ.

7.6 Интернет-ресурсы

1. <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - научная электронная библиотека РФФИ.
2. <https://elibrary.ru/> -базаданных Science Index (РИНЦ).
3. <https://www.studentlibrary.ru/> - ЭБС «Консультант студента».
4. <https://rusneb.ru/> - национальная электронная библиотека РГБ.
5. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС «Лань».
6. <https://iprbooks.ru/> - ЭБС «IPRbooks».
7. <https://urait.ru/> - ЭБС «Юрайт».

7.7 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

При проведении занятий используются лицензионное программное обеспечение:

- 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 (programminglanguage).
- GNU Octave (GUI).
- КОМПАС 3D

7.8. Методические указания к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы.

- Нартыжев Р.М. Модельно-ориентированное проектирование автоматизированных производственных систем в машиностроении [Текст]: учебное пособие / Р. М. Нартыжев.- Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2018.-136с
- Методические указания к курсовому проектированию, электронные учебные пособия доступны на диске D://Work, а также на диске DVD «Лекции и методические материалы по дисциплине» с примерами выполнения практических работ.

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. 7.9.

Требования к условиям реализации дисциплины:

№ п/п	Ви-даудит.фонда	Требования
1.	Лекционная аудитория	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: настенный экран дистанционного управления, мультимедийное оборудование.
2.	Кабинет для практических занятий	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: подвижная мультимедийная доска, считывающее устройство для передачи информации в компьютер; настенный экран дистанционного управления, мультимедийное оборудование.
3.	Компьютерные классы	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие ВТ из расчета один ПК на два студента.

Материальное обеспечение лабораторных занятий

№ работ	Материальное обеспечение
Все работы	Парк персональных компьютеров с программным обеспечением для проектирования, математического и имитационного моделирования, работы с текстами, растровой и векторной графикой, видеороликами, презентацией и создания интерактивных электронных технических руководств. Компьютеры должны быть объединены в сеть и иметь выход в интернет.

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 «Технология обработки на станках с ЧПУ» по направлению подготовки 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Магистерская программа «Технологии цифрового производства»
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./