

**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»

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП  
\_\_\_\_\_ М.М. Яхутлов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института  
\_\_\_\_\_ Н.В. Черкесова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.

**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, 2022. – 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 .....                                    | 9  |
| 6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности..... | 14 |
| 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....  | 18 |
| 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....  | 21 |
| 9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....                | 22 |
| Приложение 1. Лист изменений (дополнений).....   | 23 |

## **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 ОПОП ВО**

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

Изучение дисциплины базируется на знании 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

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

**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<br>2 сем.                    |
| <b>Общая трудоемкость</b>  | <b>144</b>                       |
| <b>Аудиторная (контактная) работа:</b>   | <b>54</b>                        |
| Лекции (Л)   | 10                               |
| Лабораторные занятия (ЛР)  | 36                               |
| Практические занятия (ПЗ)  | 8                                |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе контактная:</b>   | <b>63</b>                        |
| 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                               |
| <b>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</b>   | <b>27</b>                        |
| <b>Вид итогового контроля</b>  | <b>Экзамен<br/>курс. работа,</b> |

### 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 ОП ВО В КБГУ. 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 мероприятия выносится одна треть вопросов из общего их числа к 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                 |
| ИТОГО |  | 174                |

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

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

| Контролируемые компетенции (часть компетенций)  | Результаты обучения (объекты оценивания)   | Основные показатели оценки результатов   | Оценочные средства   |
|---|--|--|--|
| 1   | 2  | 3  | 4  |
| <p>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</p>   | <p><b>З1</b><br/>Знать цели и задачи программирования оборудования с ЧПУ, средства и системы инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения</p>   | <p>Перечислить основные характеристик, 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;</p> | <p>Коллоквиумы, тестирование, экзамен</p>                                      |
|   | <p><b>У2</b><br/>Уметь определять приоритеты при подборе технологического и программного обеспечения оборудования с ЧПУ с целью максимального использования их возможностей</p>  | <p>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;</p>   | <p>Практические лабораторные занятия, курсовая работа, коллоквиум, экзамен</p> |
| <p>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;</p> <p>ПКС-3.1; Знает устройство и характеристики средств технологического</p> | <p><b>З2</b><br/>Знать средства и системы, необходимые для реализации модернизации и автоматизации технологического и программного обеспечения оборудования с ЧПУ</p>  | <p>Перечисление форм представления паспортов станков с ЧПУ для постпроцессора; основные методы и особенности проектирования постпроцессоров; формы представления исходной, промежуточной и результирующей информации САМ систем;</p>   | <p>Коллоквиумы, тестирование, экзамен</p>                                      |
|   | <p><b>У1</b><br/>Уметь разрабатывать технические задания на создание технологий изготовления машиностроительных изделий, на модернизацию и автоматизацию действующих в машиностроении производственных и технологических</p> | <p>Умение формулировать цели и задачи проектирования, определять требуемые значения параметров средств технологического оснащения. Умение разрабатывать альтернативные варианты техпроцессов.</p>  | <p>Практические лабораторные занятия, курсовая работа, коллоквиум, экзамен</p> |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| оснащения (оборудования, технологической оснастки, средств механизации и автоматизации) и методики их проектирования   | процессов и производств  |   |   |
| ПКС-1.2. Умеет проектировать и внедрять эффективные технологические процессы изготовления конкурентоспособных изделий машиностроения;<br>ПКС-2.2; Умеет анализировать, выбирать и эффективно использовать материалы и средства технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительной продукции | <b>З3</b><br>Знать средства и системы оснащения производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства  | 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;   | Коллоквиумы, тестирование, экзамен                                      |
|  | <b>З4</b><br>Знать технические и эксплуатационные характеристики машиностроительных производств, а также средства реализации производственных и технологических процессов изготовления машиностроительной продукции  | 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; | Коллоквиумы, тестирование, экзамен                                      |
|  | <b>У4</b><br>Уметь выбирать и эффективно использовать материалы, оборудование, инструменты, технологическую оснастку, средства автоматизации, контроля, диагностики, управления, алгоритмы и программы выбора и расчета параметров технологических процессов | 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.  | Практические лабораторные занятия, курсовая работа, коллоквиум, экзамен |
| ПКС-1.3. Владеет навыками разработки технологических процессов изготовления изделий машиностроения,  | <b>У3</b><br>Уметь разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления изделий машиностроения,  | Умение использовать алгоритмическое и программное обеспечение при конструкторско-технологической подготовке производств; разрабатывать имитаци-   | Практические лабораторные занятия, курсовая работа,                     |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| отвечающих современным требованиям качества продукции и технико-экономической эффективности производства;<br>ПКС-3.2; Умеет проектировать средства технологического оснащения машиностроительных производств | строительных изделий при модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых производств   | онные модели производств и анализировать варианты производственных процессов на основе модельно ориентированного проектирования  | коллоквиум, экзамен   |
|  | <b>В1</b><br>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<br>(36-60 баллов)  | Удовлетворительно<br>(61-80 баллов)  | Хорошо<br>(81-90 баллов)  | Отлично<br>(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.<br>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.<br>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.<br>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.<br>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., Теворовский 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 ИЛП"

### 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/> - база данных 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:

- Программное обеспечение средств антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1000-1500 Node 1 year Educational Renewal License (KL4863RAVFQ).
- Офисное программное обеспечение МойОфис Стандартный.
- Программное обеспечение для работы с документами формата PDF Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Level 1 (1-9) Education Named License 65297997BB01A12.
- Программное обеспечение для работы с PDF-документами. ABBYY FineReader 15 Business
- Программное обеспечение универсальная система для всестороннего статистического анализа и визуализации данных. Statistica Ultimate Academic for Windows 10 Russian/13 English на 500 пользователей Локальная версия (Named User).
- Программное средство-видеоредактор Movavi видеоредактор 15 SE Academic Edition.

*Учебные комплекты* программного обеспечения:

- КОМПАС-3D приложение "Проектирование и конструирование в машиностроении";
- КОМПАС-3D приложение «3D-моделирование для 3D-печати»;
- КОМПАС-3D для системы прочностного анализа;
- КОМПАС-3D пакет обновлений APM FEM для прочностного анализа;
- КОМПАС-3D приложение «гидрогазодинамика» KompasFlow.

## 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 | Вид аудит. фонда                 | Требования   |
|-------|----------------------------------|--|
| 1.    | Лекционная аудитория             | Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.  |
| 2.    | Кабинет для 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: 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 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 не визуального 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./