



Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное  
учреждение высшего  
профессионального образования  
«Уфимский государственный авиационный  
технический университет»

**Инновационная  
образовательная программа  
подготовки кадров  
в области информационных  
технологий проектирования,  
производства  
и эксплуатации сложных  
технических объектов**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Н.К. Криони  
«\_\_» \_\_\_\_\_

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины дополнительного  
профессионального образования  
«Компьютерное управление мехатронными системами»  
наименование дисциплины  
Кафедра Мехатронные станочные системы  
наименование кафедры

Программу составили:  
кандидат технических наук  
\_\_\_\_\_ доцент  
\_\_\_\_\_ С.М. Галеев

\_\_\_\_\_ подпись

\_\_\_\_\_ магистр  
заведующий лабораторией  
\_\_\_\_\_ А.А. Шафиков

\_\_\_\_\_ подпись

Программа обсуждена и одобрена  
на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ МСС  
сокр. наимен. кафедры

протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ МСС  
сокр. наимен. кафедры

доктор технических наук  
ученая степень

\_\_\_\_\_ подпись

\_\_\_\_\_ В.В. Постнов  
И.О. Фамилия

Уфа 2008 г.

## Оглавление

	Введение	3
1.	Цель дисциплины	5
2.	Виды и объем учебных занятий	6
3.	Содержание дисциплины и требования к уровню его усвоения	7
4.	Методика преподавания дисциплины	16
5.	Методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины	18

## **ВВЕДЕНИЕ**

Учебная программа дополнительного профессионального образования предназначена для повышения квалификации по эксплуатации электрического и электронного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), являющегося основой мехатронных станочных систем. Основным направлением практической деятельности специалистов является ввод в эксплуатацию и обслуживание устройств ЧПУ (УЧПУ) и электроприводов современных станочных систем. В большинстве случаев они являются инженерами по эксплуатации систем ЧПУ или электронщиками-наладчиками электрооборудования станков с ЧПУ.

Допускаются к обучению специалисты с высшим образованием. Все слушатели должны иметь базовое образование не менее чем по одной из следующих специальностей:

22.04.01 – Мехатроника

23.02.01 – Информационные системы и технологии

22.03.01 – Автоматизация технологических процессов и производств

15.10.01 - Технология машиностроения

Специалисты с высшим профессиональным образованием, успешно освоившие учебную программу «Компьютерное управление мехатронными системами» дополнительного образования по тематическому направлению Программы «Проектирование и эксплуатация мехатронных станочных систем» подготовлены для продолжения работы на базовых предприятиях на ответственных должностях по вопросам, связанным с информационными технологиями по соответствующей специальности и профилю работ.

Дополнительно необходимо повышение квалификации специалистов один раз в три года на курсах, соответствующих этой программе, а также на курсах по разработке и программированию PLC. Предпосылками повышения квалификации по рассматриваемой дисциплине являются:

- опыт работы в Windows;

- начальные знания по составлению PLC-программ для контроллера SIMATIC S7-300.

## 1. Цель дисциплины

**Целью дисциплины** является формирование у студентов следующих профессиональных компетенций:

### в производственно-технологической деятельности

Код компетенции	Содержание компетенции	Коды занятий
ПТ 1	Уметь проводить анализ состояния и функционирования технологических процессов, автоматизированного станочного оборудования и средств автоматизации контроля и диагностики.	Л1, Л2
ПТ 2	Иметь навыки обеспечения надежности и безопасности технологических процессов, станочного оборудования, средств автоматизации и программного обеспечения.	Л1, Л2, Л3, Л4, Л10, Л11, Л14, Л15, ЛР1, ЛР5, ЛР8
ПТ 3	Уметь проводить модернизацию и автоматизацию действующих и проектирование новых управляемых технологических процессов с использованием компьютерных систем управления.	Л8, Л9, Л16, ЛР4, ЛР5

### в сервисно-эксплуатационной деятельности

Код компетенции	Содержание компетенции	Коды занятий
СЭ 1	Иметь навыки эксплуатации и обслуживания автоматизированного станочного оборудования с компьютерными системами управления.	Л2, Л3, Л4, Л5, Л6, ЛР1, ЛР2
СЭ 2	Уметь проводить работы по диагностике и наладке автоматизированного станочного оборудования с компьютерными системами управления.	Л5, Л6, Л7, Л10, Л11, Л13, Л14, Л15, ЛР2, ЛР3, ЛР5, ЛР7, ЛР8
СЭ 3	Уметь осуществлять ввод в эксплуатацию компьютерных систем управления автоматизированным станочным оборудованием, настройку оборудования под задачи предприятия.	Л5, Л6, Л7, Л8, Л9, Л10, Л11, Л12, Л14, Л15, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР8
СЭ 4	Иметь навыки в проведении испытаний нового автоматизированного станочного оборудования и средств автоматизации, поступающих	Л10, Л13, ЛР5, ЛР7

	на предприятие.	
--	-----------------	--

*\*) Коды занятий, на которых формируются конкретные компетенции. Формат кода: «Вид занятия. Номер занятия». Вид занятия: Л - лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа, КП – курсовое проектирование, РГР - расчетно-графическая работа, КР – контрольная работа, СРС – внеаудиторная самостоятельная работа студента, ВР – выпускная работа. Для КП, РГР, СРС и ВР номер занятий не указывается. Если КР одна, то номер для нее также не указывается.*

*Пример: Л 1; ПЗ 4; ЛР 2; КП; РГР; КР 3; СРС; ВР.*

## **2. Виды и объем учебной работы**

<b>Виды занятий и аттестаций</b>	<b>Объем занятий и количество аттестаций</b>
<b>Всего занятий, час</b>	96
<b>Всего аудиторных занятий, час.</b>	60
в том числе	
лекции, час.	36
лабораторный практикум, час.	24
<b>Всего самостоятельной работы студента, час.</b>	36
в том числе	
контрольная работа, час.	20
<b>Аттестация</b>	
Экзамен	1

### 3. Содержание дисциплины и требования к уровню его усвоения

#### 3.1. Содержание разделов дисциплины и виды занятий

№ п.п.	Наименование разделов дисциплины	Объем занятий, час.		
		Лекции	Лаб. практикум	СРС
1.	Введение. Предмет и задачи курса.	1	-	-
2.	Аппаратное обеспечение и компоненты современных СЧПУ	4	-	4
3.	Возможности по управлению УЧПУ SINUMERIK и других систем ЧПУ	2	2	2
4.	Конфигурирование систем ЧПУ	6	4	6
5.	Программное обеспечение на PG/PC для пусконаладки УЧПУ SINUMERIK, а также ПО других фирм	4	4	4
6.	Подготовка к вводу в эксплуатацию УЧПУ SINUMERIK 802/840DSL	5	4	6
7.	Функции систем ЧПУ и их адаптация к станку при помощи машинных данных и интерфейсных сигналов	4	4	4
8.	Полное сохранение данных и перезапуск систем ЧПУ	2	2	2
9.	Диагностика ошибок и сообщений	2	2	2
10.	Структура NC/PLC интерфейса и интерфейсных сигналов	5	2	6
11.	Заключение	1	-	-
	Итого:	36	24	36

СРС – внеаудиторная самостоятельная работа студентов

### 3.2. Содержание и требования к уровню усвоения теоретической части дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Изучаемые дидактические единицы	Объем занятий в часах			Учебные задачи (формируемые знания и умения)	Код уровня формируемых знаний и умений	Код формируемой компетенции
		Номер лекции	Лекций	СРС			
1. Введение. Предмет и задачи курса.	Введение. Цель, задачи, состав, объем и структура дисциплины (по содержанию, по видам занятий и контроля). Автоматизированные и автоматические технологические процессы в машиностроении. Виды промышленного оборудования, управляемого от систем числового программного управления. Обзор наиболее распространенных систем ЧПУ.	1	1	-	Знать основные виды автоматизированных технологических процессов и соответствующего оборудования, применяемые в машиностроении.	ЗУ 1	ПТ 1 ПТ 2
					Знать марки наиболее распространенных в промышленности систем ЧПУ, а также области их применения.	ЗУ 2	
2. Аппаратное обеспечение и компоненты современных СЧПУ	Разделение терминальных задач ЧПУ. Одно- и многокомпонентные системы ЧПУ. Аппаратные компоненты СЧПУ: ядро ЧПУ, панель оператора, станочный пульт, контроллер электроавтоматики, электропривод, интерфейсы связи. Обзор семейства УЧПУ SINUMERIK.	2	2	2	Знать основные функции систем числового программного управления.	ЗВ 1	ПТ 2 СЭ 1
					Знать компоненты аппаратного обеспечения систем числового программного обеспечения.	ЗВ 2	
	Системный обзор компонентов SINUMERIK 802Dsl/840Dsl. Станочный привод SINAMICS S120 для высокопроизводительных задач – основа систем ЧПУ нового поколения. Особенности цифровых приводов с под-	3	2	2	Знать основные технические данные и новые возможности УЧПУ SINUMERIK 802Dsl/840Dsl, а также систем ЧПУ фирм FANUC и HEIDENHEIN	ЗУ 3	ПТ 2 СЭ 1



	ключением к синхронным и индукционным двигателям, абсолютным и инкрементальным датчикам через кабели DRIVE-CLiQ. Модульная структура. Сравнительный анализ с системами ЧПУ фирм FANUC и HEIDENHEIN						
3. Возможности по управлению УЧПУ SINUMERIK и других систем ЧПУ	Технические возможности систем ЧПУ Sinumerik, Fanuc, Heidenhain. Лицензирование ПО. Обзор новой функциональности систем ЧПУ: характеристики пакетов ПО (PLUS, PRO), расположенной на внутренней FLASH-памяти; использование CF-Card для хранения технологических программ с возможностью запуска и обмена данными через Ethernet; PLC-ось; MCPA-переходник для пульта. Дисплей панели оператора, функциональные области, режимы работы: JOG, MDA, автоматический режим. Параметры инструмента. Компенсация инструмента. Смещение нулевой точки. Управляющая программа, G-, M-коды. Управление по нескольким каналам.	4	2	1	Знать основные технические данные и новые возможности УЧПУ SINUMERIK 802Dsl/840Dsl, а также систем ЧПУ фирм FANUC и HEIDENHEIN.  Знать требования к составу и содержанию компьютерных средств обслуживания систем ЧПУ.	ЗУ 3  ЗВ 3	ПТ 2 СЭ 1
4. Конфигурирование систем ЧПУ	Уровни доступа в системах ЧПУ. Изменение уровней доступа. Структура данных в СЧПУ. Активная и пассивная файловая системы. Загрузка-выгрузка данных. Машинные данные.	5	2	1	Знать уровни доступа в системах ЧПУ.  Знать принципы организации данных в системах ЧПУ.	ЗВ 4  ЗУ 4	СЭ 1 СЭ 2 СЭ 3
	Инструменты для конфигурирования систем ЧПУ: SIZER и STARTER. Конфигурирование систем ЧПУ фирм FANUC и HEIDENHEIN. Пусконалад-	6	4	2	Знать основные инструменты для конфигурирования систем ЧПУ.	ЗУ 5	СЭ 1 СЭ 2 СЭ 3

	ка с помощью .asx-файлов. Программа PCS – приложение для передачи данных.				Владеть методами ввода в эксплуатацию и обслуживания систем ЧПУ нового поколения.	УИ 1	
5. Программное обеспечение на PG/PC для пусконаладки УЧПУ SINUMERIK, а также ПО других фирм	Программное обеспечение Toolbox на PG/PC для пусконаладки УЧПУ SINUMERIK. RCS 802 – инструмент для обмена данными с УЧПУ; установочные файлы для конфигурации систем ЧПУ; Programming Tool для программирования PLC; библиотека PLC 802 Library, список пользовательских ошибок. Инструкция по инсталляции. Отличие 802Dsl/ 840Dsl в использовании RCS для передачи текстовых файлов из PG/PC в УЧПУ, в т.ч. для ЧПУ фирм FANUC и HEIDENHEIN.	7	4	2	Знать основные инструменты для конфигурирования систем ЧПУ SINUMERIK 802Dsl/ 840Dsl.	ЗУ 6	СЭ 2 СЭ 3
6. Подготовка к вводу в эксплуатацию УЧПУ SINUMERIK 802/840DSL	Правила монтажа компонентов с кабелем DRIVE-CLiQ. Активизация онлайн операций через PROFIBUS. Первый ввод в эксплуатацию без ПО STARTER. Обновление SINAMICS firmware. Автоматическое определение топологии приводов.	8	2	2	Знать последовательность операций по вводу в эксплуатацию систем ЧПУ.	ЗВ 5	ПТ 3 СЭ 3
	Инсталляция прямой системы измерения. Активизация машинных данных. Поиск машинных данных. Использование ПО STARTER для генерирования проектов (онлайн или оффлайн) или редактирование существующих. Симуляция осей для тестирования. Привязка приводов. Режимы шпинделя.	9	3	2	Владеть методикой создания проектов настройки приводов.	УО 1	ПТ 3 СЭ 3

7. Функции систем ЧПУ и их адаптация к станку при помощи машинных данных и интерфейсных сигналов	Контроль контура положения, заданной и фактической скорости, точности позиционирования, погрешности положения в состоянии покоя, погрешности зажима, предельной частоты датчика. Контроль статических ограничений: положения концевых выключателей и рабочей области. Выход в нулевую точку – синхронизация УЧПУ с каждой системой измерения (реферирование). Настройка абсолютного датчика.	10	2	1	Знать основные технические данные и новые возможности УЧПУ SINUMERIK 802Dsl/840Dsl, а также систем ЧПУ фирм FANUC и HEIDENHEIN.	ЗУ 3	ПТ 2 СЭ 2 СЭ 3 СЭ 4
	Оптимизация контура скорости с помощью SimoComU и со STARTER и подобных им программ других фирм. Компенсация люфта, погрешности ходового винта, трения. Предварительное управление для компенсации запаздывания. Наезд на жесткий упор. Измерения инструмента.	11	2	1	Владеть методами оптимизации контура скорости, компенсации люфта, погрешности ходового винта, трения.	УО 2	ПТ 2 СЭ 2 СЭ 3
8. Полное сохранение данных и перезапуск систем ЧПУ	Области памяти – внутренняя энергозависимая SRAM; EPROM, где хранится системное ПО и базовая программа PLC на FLASH; DRAM для временных данных PLC; EEPROM для машинных данных привода; CF-Card. Процедура сохранения данных, в т.ч. внутри УЧПУ. Импортирование данных.	12	2	1	Уметь сохранять данные систем ЧПУ и использовать их для последующего серийного ввода в эксплуатацию однотипных систем ЧПУ.	УО 3	СЭ 3
9. Диагностика ошибок и сообщений	Диагностика с помощью LEDs блока питания, модуля привода, блока подключения датчика. Диагностика приводов через параметры. Диагностика	13	2	1	Знать способы и методы диагностики систем ЧПУ	ЗУ 7	ПТ 1 СЭ 2 СЭ 4
					Уметь проводить диагностику	УИ 2	

	при помощи STARTER.				систем ЧПУ, выявлять неисправности и устранять их.		
10. Структура NC/PLC интерфейса и интерфейсных сигналов	Интерфейс PLC. Порядок создания и выполнения программ PLC. Значимые данные – операнды – для обмена между УЧПУ и PLC. Инструменты программирования PLC. Установка соединения PG/PC с PLC.	14	2	1	Знать правила составления программы PLC	ЗУ 8	ПТ 2 СЭ 2 СЭ 3
	Параметры станочного пульта MCP. Интерфейсные сигналы ось/шпиндель. Отображение программы PLC на панели оператора. Выбор NS-программы из PLC. Экраны пользователя. Чтение и запись PLC-переменных. Запись и редактирование текста ошибок пользователя. PLC.	15	3	1	Уметь использовать программу PLC	УО 4	ПТ 2 СЭ 2 СЭ 3
11. Заключение	Обобщение содержания изложенного курса.	16	1	-	Понимать пути дальнейшего развития компьютерных систем управления	ЗУ 9	ПТ 3

### 3.3. Перечень тем лабораторного практикума и требования к уровню усвоения их содержания

Наименование раздела дисциплины	Тема занятия	Объем занятий в часах			Учебные задачи (формируемые знания и умения)	Код уровня формируемых знаний и умений	Код формируемой компетенции
		Номер занятия	Аудит. занятий	СРС			
Возможности по управлению УЧПУ SINUMERIK 802/840Dsl и других систем ЧПУ	Изучение функциональности систем ЧПУ SINUMERIK 802/840Dsl: характеристик пакетов ПО (PLUS, PRO); использование CF-Card, Ethernet, PCU, PCS для сохранения и передачи данных. Сравнение с функциями ЧПУ фирм FANUC и HEIDENHEIN	1	2	1	Знать основные технические данные и новые возможности УЧПУ SINUMERIK 802Dsl/ 840Dsl, а также систем ЧПУ фирм FANUC и HEIDENHEIN.  Уметь составлять управляющие программы для систем ЧПУ.	ЗУ 3  УИ 3	ПТ 2 СЭ 1
Конфигурирование систем ЧПУ	Изучение инструментов для конфигурирования систем ЧПУ: SIZER, STARTER и других фирм.	2	4	3	Уметь составлять управляющие программы для систем ЧПУ.  Уметь пользоваться персональными и сетевыми средствами компьютерного обеспечения ввода в эксплуатацию и обслуживания систем ЧПУ нового поколения.	УИ 3  УО 5	СЭ 1 СЭ 2 СЭ 3
Программное обеспечение на PG/PC для пусконаладки УЧПУ SINUMERIK,	Изучение программного обеспечения Toolbox при инсталляции его на PG/PC и использование его для пусконаладки УЧПУ SINUMERIK 802Dsl/840Dsl.	3	4	2	Уметь пользоваться персональными и сетевыми средствами компьютерного обеспечения ввода в эксплуатацию и обслуживания систем ЧПУ нового поколения.	УО 5	СЭ 2 СЭ 3

а также ПО других фирм					Уметь использовать инструменты для конфигурирования систем ЧПУ SINUMERIK 802Dsl/840Dsl.	УП 1	
Подготовка к вводу в эксплуатацию УЧПУ SINUMERIK 802Dsl/840Dsl	Изучение ввода в эксплуатацию УЧПУ SINUMERIK 802Dsl/840Dsl без ПО STARTER и с ПО STARTER.	4	4	2	Уметь пользоваться персональными и сетевыми средствами компьютерного обеспечения ввода в эксплуатацию и обслуживания систем ЧПУ нового поколения.  Уметь создавать и редактировать проекты настройки приводов	УО 5  УП 2	ПТ 3 СЭ 3
Функции систем ЧПУ и их адаптация к станку при помощи машинных данных и интерфейсных сигналов	Изучение функций контроля, реферирования, настройки и оптимизации УЧПУ SINUMERIK 802Dsl/840Dsl.	5	4	2	Уметь пользоваться персональными и сетевыми средствами компьютерного обеспечения ввода в эксплуатацию и обслуживания систем ЧПУ нового поколения.  Уметь проводить оптимизацию контура скорости, компенсацию люфта, погрешности ходового винта, трения.	УО 5  УП 3	ПТ 2 ПТ 3 СЭ 2 СЭ 3 СЭ 4
Полное сохранение данных и перезапуск систем ЧПУ	Изучение процедур сохранения и импортирования данных.	6	2	1	Уметь сохранять данные систем ЧПУ и использовать их для последующего серийного ввода в эксплуатацию однотипных систем ЧПУ.	УО 6	СЭ 3
Диагностика ошибок и сообщений	Изучение процедур диагностики приводов через его параметры и при помощи STARTER.	7	2	1	Уметь пользоваться персональными и сетевыми средствами компьютерного обеспечения ввода в эксплуатацию и обслужива-	УО 5	СЭ 2 СЭ 4

					<p>ния систем ЧПУ нового поколения.</p> <p>Уметь проводить диагностику систем ЧПУ, выявлять неисправности и устранять их.</p>	УИ 2	
Структура NC/PLC интерфейса и интерфейсных сигналов	Программирование, установка соединения с PG/PC и программы PLC на панели оператора.	8	2	4	<p>Уметь пользоваться персональными и сетевыми средствами компьютерного обеспечения ввода в эксплуатацию и обслуживания систем ЧПУ нового поколения.</p> <p>Уметь составлять программу PLC</p>	УО 5  УП 4	ПТ 2 СЭ 2 СЭ 3

## Расшифровка кодов уровня формируемых знаний и умений

Категория усвоения	Уровень	Код
Знание	Узнавания	ЗУ <u>номер</u>
Знание	Воспроизведения по памяти	ЗВ <u>номер</u>
Умение	Получение первоначального опыта	УО <u>номер</u>
Умение	Репродуктивная сознательная деятельность по инструкции	УИ <u>номер</u>
Умение	Репродуктивная сознательная деятельность по памяти	УП <u>номер</u>

### 4. Методика преподавания дисциплины

#### Теоретическая часть.

Основной теоретический материал дисциплины излагается в лекционном курсе. При проведении лекций по дисциплине необходимым является использование технических средств обучения, позволяющих сопровождать изложение материала наглядными презентациями, содержащими эффекты анимации и цветового выделения различных смысловых участков текста и, тем самым, акцентировать внимание слушателей на наиболее значимых и важных положениях излагаемого материала.

На первой лекции перед началом изложения основного содержания дисциплины необходимо

- познакомить слушателей с целями и задачами дисциплины и дать краткий обзор ее содержания;
- привести список рекомендованных учебно-методических материалов по дисциплине и предложить эффективную схему их использования;
- дать рекомендации слушателям по методике самостоятельной подготовки по дисциплине.

В завершение каждой лекции необходимо указать учебно-методические материалы, которые позволят расширить представления слушателей по рассмотренной теме и которые они могут использовать в процессе самоподго-



товки и самопроверки, а также при подготовке к итоговой аттестации. Полезно дать краткое содержание следующей лекции и указать темы лабораторных работ, связанных с закреплением умений.

### **Лабораторный практикум.**

Перед выполнением лабораторных работ необходимо сформулировать цели и задачи лабораторной работы, а также провести краткий опрос по теоретической части, связанной с лабораторной работой. При проведении лабораторной работы необходимо обеспечить самостоятельность работы слушателей с оборудованием. По окончании лабораторных работ у каждого слушателя необходимо проверить отчет и провести процедуру его защиты.

### **Контрольная работа**

Контрольная работа выполняется с целью закрепления теоретического материала и приобретения практических навыков в конфигурировании систем числового программного управления.

Контрольная работа включает в себя весь спектр вопросов, решаемых при вводе в эксплуатацию систем ЧПУ: выбор аппаратной части, конфигурирование систем ЧПУ, составление схемы подключения, написание программы электроавтоматики, настройка машинных данных.

Пояснительная записка к контрольной работе включает в себя титульный лист, лист задания, материалы по определению технических характеристик оборудования и выбору аппаратной части, схему подключения, распечатку программы электроавтоматики и машинных данных.

Схема подключения может выполняться в любом графическом пакете, программа электроавтоматики пишется с применением пакета Step7.

### **Аттестация.**

Вопросы экзамена охватывают все разделы дисциплины. Экзамен позволяет выявить способность слушателя ориентироваться во всем объеме по-

лученных знаний всех разделов программы, и теоретическую подготовку к решению профессиональных задач на производстве.

## **5. Методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **5.1. Рекомендуемые учебно-методические издания и иные информационные источники**

#### **Основная литература**

1. Сосонкин, В. Л. Системы числового программного управления: учебное пособие / В. Л. Сосонкин, Г. М. Мартинов.— М.: Логос, 2005 .— 296 с
2. Фельдштейн, Е. Э. Обработка деталей на станках с ЧПУ: учебное пособие для вузов / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич.— 2-е изд., испр. — Минск: Новое знание, 2006.— 287 с.
3. SINUMERIK 802Dsl. Руководство по эксплуатации. Выпуск 01.2005г.
4. SINUMERIK 802Dsl. Руководство по диагностике. Выпуск 12.2004г.
5. SINUMERIK 840Dsl, SINAMICS S120. Руководство по вводу в эксплуатацию. Выпуск 01.2008.

#### **Дополнительная литература и иные информационные источники**

1. Мартинов, Г.М. Концепция числового программного управления мехатронными системами: методологические аспекты построения открытых систем ЧПУ // Мехатроника .— 2002 .— Т2.— С.2-11.
2. Техническая документация DOConWEB [Электронный ресурс]: содержит руководства пользователя, руководства по эксплуатации, технические данные на оборудование фирмы Siemens. – Электрон. дан. – Siemens Corp. 2008 .– Режим доступа:  
<http://www.siemens.com/automation/doconweb>, свободный. — Загл. с экрана.— Яз. англ., нем.

## **5.2. Технические средства обеспечения освоения дисциплины**

### **5.2.1. Перечень специализированных аудиторий и лабораторий, их краткая техническая характеристика**

Для аудиторной и самостоятельной работы слушателей используются интерактивный учебный класс систем ЧПУ и электроавтоматики станочных систем, лаборатория мехатронных станочных систем и промышленных роботов, а также учебные лаборатории и компьютерные классы кафедры МСС УГАТУ.

### **5.2.2. Учебно-лабораторное оборудование**

1. Учебный стенд Sinumerik 840Dsl с приводами Sinamics S120 фирмы Siemens.
2. Учебный стенд Sinumerik 802Dsl фирмы Siemens.
3. Учебный стенд для изучения программируемых логических контроллеров Simatic S7-300 с моделью конвейера фирмы Siemens.
4. Учебный токарный станок с ЧПУ CONCEPT TURN 55 фирмы EMCO.
3. Учебный фрезерный станок с ЧПУ CONCEPT Mill 55 фирмы EMCO.
4. Пятикоординатный вертикальный сверлильно-фрезерно-расточной станок модели 500V/5 с системой ЧПУ Sinumerik 840D.
5. Станок горизонтальный токарный модели 160HT с системой ЧПУ Sinumerik 802Dsl.
6. Программатор PG/PC фирмы Siemens.

### **5.2.3. Программное обеспечение**

1. WinNC Sinumerik 840D – для обучения программированию систем ЧПУ Sinumerik 840D/810D.
2. WinNC Fanuc 21T/M – для обучения программированию систем ЧПУ Fanuc 21T/M.
3. WinNC Heidenhain 426 – для обучения программированию систем ЧПУ Heidenhain 426.

4. ПО для программирования PLC Step7, версии 5.3 или выше.
5. Пакет программ, входящий в Toolbox для ввода в эксплуатацию систем ЧПУ Sinumerik: Programming Tool, RCS 802.
6. Adobe Acrobat Reader или любая программа для чтения файлов в формате .pdf.
7. Microsoft Power Point для проведения лекций с использованием презентационного материала.