

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-  
Российского университета

М.Е. Лустенков

«26» 09 2016 г.

Регистрационный № УД-150306/92.2/р

**ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА СТАНКАХ С ЧПУ**  
(наименование дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) Робототехника и робототехнические системы: разработка и применение

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	8
Лекции, часы	12
Практические занятия, часы	12
Лабораторные занятия, часы	
Курсовая работа, семестр	
Курсовой проект, семестр	
Зачёт, семестр	8
Экзамен, семестр	
Контактная работа по учебным занятиям, часы	24
Контролируемая самостоятельная работа, тип/семестр	-
Самостоятельная работа, часы	12
Всего часов / зачетных единиц	36/1

Кафедра-разработчик программы: Технология машиностроения  
(название кафедры)

Составитель: А.М. Федоренко, к.т.н., доцент  
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриата), утвержденным приказом № 206 от 12.03.2015 г. и учебным планом №150306-1 от 16.09.16 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой Технология машиностроения  
(название кафедры)  
«19» сентября 2016 г., протокол №2.

Зав. кафедрой




В.М. Шеменков

Одобрена и рекомендована к утверждению Президиумом научно-методического совета Белорусско-Российского университета

«23» сентября 2016 г., протокол № 1.

Зам. председателя Президиума  
научно-методического совета



А.Д. Бужинский

Рецензент:

Андрей Владимирович Прокопенко, главный технолог СЗАО «Могилевский вагоностроительный завод»

Зав. справочно-библиографическим  
отделом



Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического  
отдела

  
23.09.16

О.Е. Печковская

## **1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **1.1 Цель учебной дисциплины**

Целью учебной дисциплины является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять существующие и осваивать новые навыки применения технологического оборудования оснащенного устройствами числового программного управления в действующих производственных процессах.

### **1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины**

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

**знать:**

- технологические возможности различных групп станков с ЧПУ;
- особенности применения в производственном процессе технологического оборудования оснащенного системами ЧПУ;

**уметь:**

- разрабатывать управляющие программы обработки деталей на станках с ЧПУ;
- рационально использовать возможности оборудования с ЧПУ;

**владеть:**

- особенностями проектирования операций обработки на станках и станочных комплексах с ЧПУ;
- навыками разработки текста управляющих программ для станков с ЧПУ.

### **1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента**

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- физика – кинематика и динамика поступательного движения;
- математика - линейная алгебра и аналитическая геометрия, теория вероятностей и математическая статистика;
- информатика - основы алгоритмизации и алгоритмические языки, системы программного обеспечения ЭВМ, отладка программы и отработка результатов счета, алгоритмы и программы решения инженерных и экономических задач;
- теоретическая механика - методы силового расчета статических и динамических систем;
- инженерная графика - методы проектирования и построения видов пересечения тел, изображения - виды, разрезы, сечения. Аксонометрические проекции, ЕСКД, сборочные чертежи и спецификации;
- технологические процессы в машиностроении - основные свойства конструкционных материалов, основы металлургического производства, технология обработки металлов давлением, основы получения сварных соединений, технология обработки конструкционных материалов резанием;
- сопротивление материалов - геометрические характеристики сечений стержней (брусьев) на прочность, жесткость и устойчивость, расчеты при динамических нагрузках, расчеты на прочность при возмущающих силах.
- детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование – типы приводов, особенности их конструкции, применение в автоматизированных системах;
- электронные устройства мехатронных и робототехнических систем – принципы построения, эксплуатации и настройки электронных узлов, порты ввода/вывода, протоколы обмена данными, устройство, принципы работы, особенности построения промышленных сетей;
- микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике – типы микропроцессоров и их архитектура, программирование типовых задач, назначение и

использование портов ввода-вывода, интерфейсы (таймер, последовательный порт, аналого – цифровой преобразователь) и особенности их применения;

- компьютерная графика и 3D моделирование - основные практические навыки применения современных САПР.

- высокоэффективные технологии и оборудование современных производств - область применения, устройство, принцип действия и технические характеристики универсального, специального и автоматизированного оборудования, элементы режимов резания и срезаемого слоя, физические процессы в зоне резания, износ и стойкость инструмента, силы резания, скорость, стойкость и шероховатость при различных видах обработки, новые способы обработки металлов резанием, типы и область применения различного режущего инструмента, особенности его эксплуатации, основы теории базирования, виды баз и их применение в технологических процессах, погрешности обработки, расчет технологических размерных цепей, расчет припусков на обработку.

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются в ходе практики, и при подготовке выпускной квалификационной работы

#### 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ПК24	способность разрабатывать технологические процессы изготовления, сборки и испытания проектируемых узлов и агрегатов

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Введение	История развития, появления станков с ЧПУ. Классификация устройств ЧПУ. Основные преимущества использования станков с ЧПУ. Область применения.	ПК24
2	Кодирование и запись управляющих программ	Системы координат станка. Ноль детали. Кодирование и запись управляющих программ. Структура управляющей программы. Структура кадров. Структура слов. Формат управляющей программы. Порядок разработки УП. Точки привязки инструмента. Разработка схемы движения режущих инструментов. Значение подготовительных функций. Значение вспомогательных функций. Смена инструмента. Программирование режимов резания. Программирование паузы. Пример управляющей программы	ПК24
3	Программирование токарной обработки на	Последовательность обработки заготовки. Проектирование переходов. Технологические	ПК24

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
	станках с ЧПУ	циклы токарной обработки. Типы циклов токарной обработки. Определение профиля. Многопроходная черновая обработка. Осепараллельная черновая обработка с последующей получистовой обработкой. Черновая обработка параллельно профилю. Цикл чистовой обработки профиля. Обработка резаньем с поднутрением. Обработка канавок, типовые переходы. Циклы нарезания канавок. Нарезание резьбы. Технологические циклы нарезания резьбы. Пример программирования с применением технологических циклов.	
4	Программирование операции обработки отверстий на станках с ЧПУ	Базирование и способы установки заготовок. Режущий инструмент для обработки отверстий. Выбор маршрута обработки отверстий. Обработка системы отверстий. Программирование обработки отверстий на станках типа ОЦ. Технологические циклы обработки отверстий. Примеры управляющих программ.	ПК24
5	Программирование фрезерной обработки	Базирование и способы установки заготовок. Режущий инструмент для обработки поверхностей фрезерованием. Типовые траектории обработки и их элементы. Проектирование переходов фрезерной обработки. Выбор плоскости интерполяции. Эквидистанта. Компенсация радиуса инструмента (G41-G42-G40). Особенности программирования контуров при фрезерной обработке. Примеры управляющих программ.	ПК24

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы		Форма контроля знаний	Баллы (max)
						Самостоятельная работа, часы.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Модуль 1									
1	Введение	2	Пр. р. 1 Программирование перемещений. Линейная интерполяция.	2			2	ЗПР	5
3	Кодирование и запись управляющих программ	2	Пр. р. 2 Программирование перемещений. Круговая интерполяция.				2	ЗПР	5
5	Кодирование и запись управляющих программ	2	Пр. р. 3 Программирование перемещений. Относительная система координат.	2			2	ЗПР КР	5 15
6								ПКУ	30
Модуль 2									
7	Программирование токарной обработки на станках с ЧПУ	2	Пр. р. 4 Программирование обработки валов.	2			2	ЗПР	5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	Программирование операции обработки отверстий на станках с ЧПУ	2	Пр. р. 5 Программирование обработки отверстий.	2			2	ЗЛР	5
11	Программирование фрезерной обработки	2	Пр. р. 6 Программирование фрезерной обработки	2			2	ЗПР КР	5 15
12								ПКУ ПА* (Зачет)	30 40
	Итого за 8 семестр	12		12			12		100

Принятые обозначения:

ЗПР – защита практической работы;

КР – контрольная работа;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – текущая аттестации.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	0-50

### 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия*	Вид аудиторных занятий**			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные				
2	Мультимедиа	1, 2, 3, 4, 5, 6			12
3	Виртуальные		4, 5, 6		6
4	С использованием ЭВМ		1, 2, 3		6
	<b>ИТОГО</b>	12	12		

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к зачету	1
2	Тестовые контрольные задания для проведения контрольных работ	2

### 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

#### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№	Уровни	Содержательное описание уровня*	Результаты обучения**
---	--------	---------------------------------	-----------------------

п/п	сформированности компетенции		
ПК24 способность разрабатывать технологические процессы изготовления, сборки и испытания проектируемых узлов и агрегатов			
1	Пороговый уровень	Имеет представление о кодировании геометрической и технологической информации в управляющей программе	Программирование перемещений. Линейная интерполяция. Программирование перемещений. Круговая интерполяция.
2	Продвинутый уровень	Составление управляющих программ токарной, фрезерной и сверлильной обработки типовых деталей.	Программирование обработки валов, отверстий, плоскостей.
3	Высокий уровень	Оценка эффективности управляющих программ токарной, фрезерной и сверлильной обработки с использованием. Анализ путей повышения производительности, оптимизация траекторий перемещения инструмента.	Программирование обработки валов, отверстий, плоскостей на основе использования технологических циклов и функций компенсации радиуса инструмента

### 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства*
ПК24 способность разрабатывать технологические процессы изготовления, сборки и испытания проектируемых узлов и агрегатов	
Программирование перемещений. Линейная интерполяция. Программирование перемещений. Круговая интерполяция.	Вопросы к самостоятельной подготовке к практическим работам 1-3. Требования к отчету по практической работе 1-3
Программирование обработки валов, отверстий, плоскостей.	Вопросы к самостоятельной подготовке к практическим работам 4-6. Требования к отчету по практической работе 4-6
Программирование обработки валов, отверстий, плоскостей на основе использования технологических циклов и функций компенсации радиуса инструмента	Вопросы к самостоятельной подготовке к практическим работам 4-6. Требования к отчету по практической работе 4-6

### 5.3 Критерии оценки практических работ

№	Этап выполнения	Максимум
1	Реализация задания в виде программного кода.	2
2	Аккуратность выполнения отчета	1
3	Полнота ответов на вопросы при защите практической работы	2

### 5.4 Критерии оценки зачета

Допустимые погрешности и ошибки при определении учебных достижений студентов на экзаменах:

Шкала соответствия	Уровень соответствия	Баллы	Количество ошибок, погрешности / несущественные / существенные
Соответствие	Высокий	40	0/0/0
		39	1/1/0
		38	2/1/1
		37	3/2/1
	Средний	36	5/2/1
		35	6/3/1
		34	6/4/1
		33	7/1/1
		32	7/2/1
		31	7/3/1
		30	7/4/1
		29	7/1/2
	Достаточный	28	7/2/1
		27	7/2/1
		26	7/3/1
		25	7/4/1
		24	4/1/2
		23	5/2/2
		22	6/3/2
		21	6/4/2
20		6/5/2	
19		7/1/2	
Минимально необходимый	18	7/2/2	
	17	7/3/2	
Несоответствие	Низкий	16	7/4/2
		15	7/4/3
Несоответствие	Низкий	<14	8/5/4

## 6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

Виды самостоятельной работы:

- выполнение тестовых заданий;
- изучение нормативных документов;
- исследовательская работа, в том числе научно-исследовательская;
- конспектирование;
- обзор литературы;
- ответы на контрольные вопросы;



- подготовка к аудиторным занятиям;
- подготовка к зачету;
- подготовка к тестированию;
- подготовка научных публикаций (тезисов докладов, статей);
- подготовка докладов;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- решение задач и упражнений по образцу;
- составление плана и тезисов ответа;
- чтение текста (первоисточника, учебника, дополнительной литературы);
- конспектирование текста.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

### **Контроль самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы является мотивирующим фактором образовательной деятельности студента.

Контроль выполнения самостоятельной работы, отчет по самостоятельной работе должны быть индивидуальными.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента могут являться:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических, творческих заданий;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление письменных работ в соответствии с предъявляемыми в университете требованиями;
- сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины.

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Кузьмин А. В. Основы программирования систем числового программного управления : учеб. пособие . - Старый Оскол : ТНГ, 2013. - 240с.	Рек. ГОУ ВПО МГТУ "Станкин" в качестве учеб. пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"	10

## 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	2	3	4
1	Жолобов, А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ: учеб. пособие для вузов /А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.М. Федоренко. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2009. – 309 с. : ил.	Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений по техническим специальностям	25
2	Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ : учеб. пособие для вузов / Ю. А. Бондаренко [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 292с.	Доп. УМО вузов по образованию в обл. автоматизированного машиностроения в качестве учеб. пособия для студентов вузов	7
3	Каштальян И. А. Программирование и наладка станков с числовым программным управлением : учеб.-метод. пособие для студ. машиностр. спец. вузов. - Мн. : БНТУ, 2015. - 135с. -	Рек. УМО вузов по образованию в обл. машиностроит. оборудования и технологий	1

## 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

1. Портал станочников: <http://stanoks.com/>
2. Все о станках ЧПУ и все что с ними связано: <http://www.cnczone.ru>
3. Промавтоматизация Siemens: <http://siemens-sinumerik.ru/>

## 7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

### 7.4.1 Методические рекомендации

1. Методические указания к проведению практических занятий – электронный вариант.

### 7.4.2 Информационные технологии

Тема 1-Введение

Тема 2-Кодирование и запись управляющих программ

Тема 3- Программирование токарной обработки на станках с ЧПУ

Тема 4- Программирование операции обработки отверстий на станках с ЧПУ

Тема 5-Программирование фрезерной обработки

## 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «Лаборатория программирования обработки на станках с ЧПУ», рег. номер ПУЛ-4.441-111/1-15.