

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1149223	Конструирование металлорежущих станков

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств	<b>Код ОП</b> 1. 15.03.05/33.02
<b>Направление подготовки</b> 1. Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 15.03.05

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Кугаевский Сергей Семенович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	технологии машиностроения, станки и инструменты
2	Смагин Алексей Сергеевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	технологии машиностроения, станки и инструменты

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Конструирование металлорежущих станков

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В состав модуля «Конструирование металлорежущих станков» включены три дисциплины: «Расчет и конструирование станков», «Металлорежущие станки», «Управление станками и станочными комплексами». Основной целью изучения модуля и дисциплин является формирование у студентов способности при разработке, освоении и совершенствовании технологии, систем и средств машиностроительных производств осуществлять конструирование металлорежущих станков, используя знания, умения и навыки в области расчета и конструирования станков, систем управления станками и станочными комплексами. Дисциплина «Металлорежущие станки» включает изучение вопросов, связанных с использованием, совершенствованием и проектированием металлорежущих станков - особенности кинематики станков различных групп, сущность и последовательность выполнения кинематической настройки при проектировании станков, составления уравнения кинематического баланса для кинематических цепей различных станков и вывода настроечных формул, решения вопросов кинематической настройки. Дисциплина «Расчет и конструирование станков» включает изучение теоретических и практических положений, необходимых для подготовки студентов к выполнению трудовых функций и действий в области расчета и конструирования металлорежущих станков. Дисциплина «Управление станками и станочными комплексами» формирует у студентов знания и умения, необходимые для выполнения задач профессиональной деятельности, связанных с разработкой, освоением и совершенствованием систем управления металлорежущими станками и станочными комплексами. В процессе изучения дисциплины модуля используются проектная технология обучения, проблемное обучение, информационно-коммуникационные технологии, групповая работа.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Металлорежущие станки	3
2	Расчет и конструирование станков	8
3	Управление станками и станочными комплексами	3
ИТОГО по модулю:		14

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Металлорежущие станки	ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации	<p>З-1 - Перечислить основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p>
	ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности	З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования
	ПК-7 - Способен определять технические характеристики и разрабатывать сборочные чертежи и спецификации элементов гибких производственных	<p>З-1 - Описать принципы работы и технические характеристики модулей гибких производственных систем</p> <p>З-2 - Описать методики расчета основных характеристик элементов гибких производственных систем и алгоритм</p>

	<p>систем, обосновывать технические решения, обеспечивающие показатели надежности гибких производственных систем, разрабатывать компоновочные планы и планы размещения оборудования, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии с техническим заданием, документами по стандартизации и требованиями к технологичности изготовления и сборки</p>	<p>формирования сборочных чертежей и спецификаций</p> <p>З-3 - Описать области применения элементов гибких производственных систем</p> <p>У-2 - Определять и анализировать показатели надежности гибких производственных систем</p> <p>П-2 - Производить расчеты основных характеристик элементов гибких производственных систем с целью обеспечения заданных показателей производительности</p>
<p>Расчет и конструирование станков</p>	<p>ПК-4 - Способен разрабатывать конструкции станочных и контрольно-измерительных, сборочных приспособлений для реализации производственных и технологических процессов изготовления деталей машиностроения и оформлять конструкторскую документацию</p>	<p>З-3 - Характеризовать системы станочных, контрольно-измерительных и сборочных приспособлений</p> <p>У-1 - Обосновано выбирать необходимые элементы для компоновки станочных, контрольно-измерительных и сборочных приспособлений под заданные технологические задачи</p> <p>У-2 - Определять оптимальные схемы базирования деталей в станочных, контрольно-измерительных и сборочных приспособлениях</p> <p>У-3 - Определять основные показатели для расчета станочных, контрольно-измерительных и сборочных приспособлениях</p> <p>У-4 - Определять технические характеристики, разрабатывать схемы сборки и сборочные чертежи и спецификации приспособлений</p> <p>П-1 - Выполнять разработку, оформление и согласование конструкторской документации на станочное, контрольно-измерительное и сборочное приспособлений используя стандартное программное обеспечение, в соответствии с техническим заданием, документами по стандартизации и</p>

		<p>требованиями технологичности изготовления и сборки</p> <p>П-2 - Выполнять необходимые расчеты станочных контрольно-измерительных и сборочных приспособлений для заданных условий технологических операций</p>
	<p>ПК-7 - Способен определять технические характеристики и разрабатывать сборочные чертежи и спецификации элементов гибких производственных систем, обосновывать технические решения, обеспечивающие показатели надежности гибких производственных систем, разрабатывать компоновочные планы и планы размещения оборудования, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии с техническим заданием, документами по стандартизации и требованиями к технологичности изготовления и сборки</p>	<p>З-2 - Описать методики расчета основных характеристик элементов гибких производственных систем и алгоритм формирования сборочных чертежей и спецификаций</p> <p>У-1 - Определять технические характеристики и разрабатывать сборочные чертежи и спецификации гибких производственных систем</p> <p>П-1 - Разрабатывать техническую документацию проекта гибких производственных систем, в соответствии с техническим заданием, документами по стандартизации и требованиями технологичности изготовления и сборки, с использованием прикладного программного обеспечения.</p> <p>П-2 - Производить расчеты основных характеристик элементов гибких производственных систем с целью обеспечения заданных показателей производительности</p>
<p>Управление станками и станочными комплексами</p>	<p>ПК-7 - Способен определять технические характеристики и разрабатывать сборочные чертежи и спецификации элементов гибких производственных систем, обосновывать технические решения, обеспечивающие показатели надежности гибких производственных систем, разрабатывать</p>	<p>З-2 - Описать методики расчета основных характеристик элементов гибких производственных систем и алгоритм формирования сборочных чертежей и спецификаций</p> <p>У-2 - Определять и анализировать показатели надежности гибких производственных систем</p> <p>П-2 - Производить расчеты основных характеристик элементов гибких производственных систем с целью обеспечения заданных показателей производительности</p>

	компоновочные планы и планы размещения оборудования, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии с техническим заданием, документами по стандартизации и требованиями к технологичности изготовления и сборки	
--	--	--

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной, очно-заочной и заочной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Металлорежущие станки**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Пестов Константин Николаевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	технологии машиностроения, станки и инструменты
2	Смагин Алексей Сергеевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	технологии машиностроения, станки и инструменты

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.



# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение. Кинематические особенности металлорежущих станков различных групп	Предмет дисциплины МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ, ее связь с другими дисциплинами. Кинематические схемы и кинематическая настройка металлорежущих станков различных групп.
2	Кинематика станков токарной группы	Кинематическая схема токарно-винторезного станка 1К62. Наладка станка на нарезание резьбы различных типов: метрической, дюймовой, модульной, питчевой. Кинематическая схема карусельного станка. Кинематическая схема токарно-револьверного станка. Кинематические схемы токарных автоматов и полуавтоматов. Кинематическая схема токарно-затыловочного станка 1Б811
3	Кинематика сверлильных и расточных станков	Кинематическая схема горизонтально-расточного станка 2625. Особенности цепи радиальной подачи летучего суппорта (назначение дифференциала).
4	Кинематика шлифовальных станков	Особенности компоновки и кинематики планетарно-шлифовальных станков для обработки отверстий в корпусных деталях.
5	Зубо- и резьбообрабатывающие станки	Зубофрезерные станки для обработки цилиндрических зубчатых колес. Кинематическая схема станков 5К310, 5Д32.

6	Станки для нарезания конических зубчатых колёс	Кинематическая схема консольно-фрезерного станка. Кинематическая схема универсальной лимбовой делительной головки.
7	Кинематика фрезерных станков	Кинематическая схема консольно-фрезерного станка. Кинематическая схема универсальной лимбовой делительной головки.
8	Строгальные, долбежные и протяжные станки	Кинематическая схема зубодолбежного станка 5A12.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности	З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Металлорежущие станки

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Исаев, П. П.; Обработка металлов резанием (резание металлов, режущий инструмент, металлорежущие станки); Государственное издательство оборонной промышленности, Москва; 1959; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=212681> (Электронное издание)
2. Завистовский, С. Э.; Металлорежущие станки : пособие.; РИПО, Минск; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463703> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Схиртладзе, А. Г., Иванова, Т. Н., Борискин, В. П.; Технологическое оборудование машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в".; ТНТ, Старый Оскол; 2007 (10 экз.)
2. ; Металлорежущие станки : Учеб. пособие для вузов.; Машиностроение, Москва; 1980 (49 экз.)
3. , Проников, А. С.; Металлорежущие станки и автоматы : Учебник для вузов по спец. " Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты".; Машиностроение, Москва; 1981 (10 экз.)

### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

#### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека УрФУ - <http://lib.urfu.ru>
2. База данных ГОСТов - <http://standartgost.ru/>
3. База данных нормативно – технической документации Техэксперт - <http://www.cntd.ru/>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Металлорежущие станки

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
-------	--------------	---	--

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Металлорежущие станки лаборатории кафедры:</p> <p>а) токарно-винторезный станок 1К62;</p> <p>б) универсальный горизонтально-фрезерный станок;</p> <p>в) универсальная лимбовая делительная головка;</p> <p>г) зубодолбежный станок 5А12;</p> <p>д) зубофрезерный станок 5К310;</p> <p>е) зубострогальный станок 523.</p> <p>Действующие модели:</p> <p>а) затыловочного станка для затылования дисковых фрез;</p> <p>б) затыловочного станка для затылования червячных фрез;</p> <p>в) зубофрезерного станка с наклоняемыми направляющими.</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Расчет и конструирование станков**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Пиженков Евгений Николаевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	технологии машиностроения, станки и инструменты
2	Смагин Алексей Сергеевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	технологии машиностроения, станки и инструменты

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение.	Роль и место станкостроения в обеспечении научно-технического прогресса. Основные этапы развития и задачи станкостроения на современном этапе. Предмет дисциплины «Расчет и конструирование станков», ее структура, связь с другими дисциплинами.
2	Основные этапы проектирования станочного оборудования	Основные принципы и приемы конструкторской деятельности. Роль и место проектирования в процессе создания новой техники. Этапы проектирования станочного оборудования: техническое задание, техническое предложение, технический и рабочий проекты. Стандартизация содержания и технической документации этапов проектирования. Основные принципы проектирования: стандартизация, унификация, агрегатирование (модульный принцип проектирования), многовариантность проработки и оптимизация проектных решений с учетом технических возможностей производства. Приемы, обеспечивающие многовариантность проектирования: инверсия и ее принципы, аналогия, комбинирование, ассоциация, компенсация, компаундирование, идеализация. Автоматизация процесса проектирования. Направления использования ЭВМ в процессе проектирования.
3	Технико-экономические показатели станков	Производительность станков. Понятия: технологическая производительность, штучная производительность и ее виды. Факторы, влияющие на производительность, пути ее повышения. Точность станков. Виды погрешностей станка, определяющих его точность: геометрические, температурные, кинематические, динамические, упругие. Пути повышения

		<p>точности станков. Надежность станков и станочных систем, ее показатели и пути повышения. Техническая диагностика как средство повышения надежности. Гибкость станочного оборудования. Универсальность и переналаживаемость как показатели гибкости. Классификация станков по степени универсальности: станки общего назначения, специализированные, специальные. Степень автоматизации станков. Экономическая эффективность - комплексный критерий качества, целевая функция для оптимизации технических решений. Частные показатели экономической эффективности: металлоемкость, энергоемкость.</p>
4	Выбор технических характеристик станков	<p>Уточнение служебного назначения станка: номенклатуры обрабатываемых деталей, типов заготовок и технологических процессов обработки деталей. Выбор технических характеристик универсальных станков. Особенности выбора геометрических параметров станков (характеристик рабочего пространства). Стандартизация основного параметра рабочего пространства. Обоснование диапазонов скоростей главного движения и подач. Расчетные нагрузки в станках, их определение при нахождении мощности привода главного движения и тяговых усилий для приводов подач. Характеристика диапазона регулирования частот вращения шпинделя универсального станка по мощности резания и крутящему моменту. Особенности выбора технических характеристик специального станка.</p>
5	Компоновка станков	<p>Кинематика процесса формообразования - база для построения компоновки станка. Структурная формула как основа для синтеза множества вариантов компоновки станка. Влияние компоновки на основные технико-экономические показатели.</p>
6	Привод главного движения в станках	<p>Лучевая диаграмма скорости для геометрического ряда частот вращения. Стандартизация рядов частот вращения. Принципы стандартизации и стандартные значения знаменателей рядов частот вращения. Коробки скоростей как наиболее распространенные узлы настройки при ступенчатом регулировании скорости. Элементарные (двухваловые) коробки скоростей, типы конструкций, их особенности. Графоаналитический метод кинематического расчета элементарных коробок: исходные данные, последовательность расчета, обеспечение условия свободного переключения подвижного блока в трехскоростной коробке, принятые в станкостроении ограничения значений передаточных отношений зубчатых передач коробки и ее диапазона регулирования. Сложные коробки скоростей множительной и сложенной структуры. Особенности проектирования сложных коробок множительной структуры. Выбор варианта компоновки коробки (последовательности размещения элементарных коробок в структуре сложной коробки). Кинематическая структура (последовательность включения передач коробки для обеспечения геометрического ряда частот вращения ее выходного вала). Понятия: основная и переборная элементарные коробки, их знаменатели и диапазоны регулирования; структурно-кинематическая формула сложной коробки. Структурная сетка как графическое отражение кинематической структуры сложной коробки. Структурный</p>



		<p>график (график частот вращения), его отличие от структурной сетки. Особенности построения и выбор варианта структурного графика. Ограничение числа ступеней регулирования сложной коробки множительной структуры при заданном значении знаменателя геометрического ряда. Методы конструктивной компоновки сложной коробки множительной структуры из элементарных и области их применения: простое последовательное размещение элементарных коробок, компактное размещение элементарных коробок относительно друг друга. Коробки скоростей сложной структуры, достоинства и недостатки. Разделенный привод: понятие, достоинства и недостатки. Пути упрощения коробок скоростей, их особенности: применение «связанных» колес, ломаного геометрического ряда, двухскоростного двигателя. Силовой расчет элементов коробки скоростей (зубчатых передач, валов и их опор). Способы реверсирования главного движения.</p>
7	Шпиндельные узлы станков	<p>Требования к шпиндельным узлам. Конструкция и размеры шпиндельных узлов, факторы, их определяющие (способ крепления инструмента или заготовки, стандартизация конструкции переднего конца шпинделя, тип привода, размещение элементов привода на шпинделе и схема нагружения, типы подшипников в опорах, длина межопорной части) Материалы и термообработка шпинделей. Требования к шпиндельным опорам. Достоинства и недостатки подшипников качения и скольжения, область их применения в шпиндельных узлах. Выбор подшипников качения для шпиндельных опор, жесткость, точность вращения, тепловыделение. Регулировка подшипников качения, методы ее осуществления. Посадки и точность сопряжения поверхностей в опорах шпинделя. Типовые схемы шпиндельных узлов на опорах качения. Гидродинамические и гидростатические подшипники: особенности конструкции и системы питания. Достоинства и недостатки, область применения, основы расчета. Подшипники с воздушной смазкой. Расчет шпинделя на жесткость при изгибе: расчетная схема, последовательность расчета. Расчет шпинделя на жесткость при кручении для станков сверлильной группы.</p>
8	Механизмы управления приводов	<p>Механизмы управления коробками скоростей: многорукояточные и однорукояточные, селективные механизмы, гидравлическое управление коробками скоростей с подвижными блоками, автоматизированные коробки скоростей с фрикционными многодисковыми муфтами с электро- и гидроуправлением. Автоматизация проектирования коробок скоростей: направления, критерии оптимизации при выборе варианта решения.</p> <p>Способы осуществления бесступенчатого регулирования скорости, их особенности. Характеристики диапазона регулирования двигателя постоянного тока и частотно-регулируемого асинхронного двигателя по развиваемой мощности и крутящему моменту. Особенности проектирования привода главного движения с бесступенчатым регулированием на базе регулируемого двигателя в совокупности с 2-х, 3-х, 4-х скоростной коробкой или переборной группой: зависимость величины диапазона регулирования шпинделя с постоянной</p>

		<p>мощностью от соответствующего диапазона регулирования двигателя при условии отсутствия участков с разрывом и наложением скоростей, структурные сетки для указанных вариантов и условий работы приводов; ограничение максимально возможного диапазона регулирования шпинделя с постоянной мощностью вследствие ограничения величины передаточных отношений и диапазона регулирования коробок скоростей.</p>
9	Привод подач станков	<p>Тяговые устройства. Структура привода подачи в станках с ручным управлением и с ЧПУ в зависимости от влияния скорости движения подачи на форму обработанной поверхности. Ступенчатое и бесступенчатое регулирование подачи. Геометрические и арифметические ряды подач, область их применения. Узлы настройки в приводах ступенчатого регулирования, особенности их силового и кинематического расчета. Типы двигателей, используемых в приводах с бесступенчатым регулированием, их особенности. Выбор двигателя. Назначение редуктора в приводе с двигателем постоянного тока, его расчет. Требования к кинематической точности приводов согласования относительных движений (в станках с ручным регулированием - внутренних кинематических цепей). Виды погрешностей, влияющих на кинематическую точность. Расчет погрешности перемещения рабочего органа. Пути повышения кинематической точности привода. Способы осуществления быстрых перемещений в станках: двигателем привода подачи с разветвлением и без разветвления цепи, двигателем быстрых перемещений с различными вариантами подключения тягового устройства. Обгонные муфты и суммирующие механизмы в приводах ускоренных перемещений. Предохранительные устройства в приводах подач. Требования к тяговым устройствам. Достоинства и недостатки, область применения, особенности конструирования и расчета основных видов тяговых устройств: передачи винт-гайка скольжения и качения; зубчато-реечной передачи; червячно-реечной передачи; кулачковых механизмов</p>
10	Базовые детали станков	<p>Виды базовых деталей, их назначение. Несущая система станка как совокупность базовых деталей. Требования к базовым деталям. Материалы базовых деталей литых и сварных конструкций. Выбор толщины стенок. Влияние формы поперечного сечения на изгибную и крутильную жесткость базовой детали. Станина станка как основа несущей системы. Типы станин, форма их поперечного сечения и виды перегородок. Основы расчета станины на жесткость, понятие расчетной схемы (на примере станины токарного станка). Особенности конструирования коробчатых базовых деталей станков: неразъемность конструкции; особенности оформления монтажных окон, стыков литых деталей, бобышек, соосных отверстий и т.д. Способы взаимной координации базовых деталей в несущей системе станка (на примере координации передней бабки относительно направляющих станины токарного станка).</p>

<b>11</b>	Направляющие станков	<p>Основные проектные критерии. Классификация направляющих. Направляющие скольжения смешанного трения: достоинства и недостатки, материалы, конструктивное оформление, способы регулировки (выбора зазора), расчет. Гидродинамические, гидростатические, аэростатические направляющие: особенности конструкции и условий работы, достоинства и недостатки, область применения, принципы расчета. Направляющие качения. Достоинства и недостатки. Типы конструкции и область их применения: с закрепленными осями тел качения; без циркуляции тел качения и с циркуляцией тел качения. Расчет направляющих качения.</p>
-----------	----------------------	--

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-7 - Способен определять технические характеристики и разрабатывать сборочные чертежи и спецификации элементов гибких производственных систем, обосновывать технические решения, обеспечивающие показатели надежности гибких производственных систем, разрабатывать компоновочные планы и планы размещения оборудования, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии с техническим заданием, документами по стандартизации и	<p>П-1 - Разрабатывать техническую документацию проекта гибких производственных систем, в соответствии с техническим заданием, документами по стандартизации и требованиями технологичности изготовления и сборки, с использованием прикладного программного обеспечения.</p> <p>П-2 - Производить расчеты основных характеристик элементов гибких производственных систем с целью обеспечения заданных показателей производительности</p>

			требованиями к технологичности изготовления и сборки	
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Расчет и конструирование станков**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Исаев, П. П.; Обработка металлов резанием (резание металлов, режущий инструмент, металлорежущие станки); Государственное издательство оборонной промышленности, Москва; 1959; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=212681> (Электронное издание)
2. Завистовский, С. Э.; Металлорежущие станки : пособие.; РИПО, Минск; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463703> (Электронное издание)
3. ; Металлорежущие станки : лабораторный практикум.; ПГТУ, Йошкар-Ола; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483701> (Электронное издание)
4. , Кусова, Е. В., Либерман, Я. Л.; Металлорежущие станки и промышленные роботы : Метод. указ. и контрольные задания для студентов всех видов обучения спец. 0501 - Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты.; УПИ, Свердловск; 1988; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/836> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. ; Металлорежущие станки : Учеб. пособие для вузов.; Машиностроение, Москва; 1980 (49 экз.)
2. ; Металлорежущие станки : Учеб. пособие для вузов.; Машиностроение, Москва; 1973 (7 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Зональная научная библиотека УрФУ - <http://lib.urfu.ru>
2. База данных ГОСТов - <http://standartgost.ru/>
3. База данных нормативно – технической документации Техэксперт - <http://www.cntd.ru/>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Расчет и конструирование станков

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет Металлорежущие станки лаборатории кафедры: а) токарно-винторезный станок 1К62; б) универсальный горизонтально-фрезерный станок; в) универсальная лимбовая делительная головка; г) зубодолбежный станок 5А12;	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>д) зубофрезерный станок 5К310;</p> <p>е) зубострогальный станок 523.</p> <p>Действующие модели:</p> <p>а) затыловочного станка для затылования дисковых фрез;</p> <p>б) затыловочного станка для затылования червячных фрез;</p> <p>в) зубофрезерного станка с наклоняемыми направляющими.</p>	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Управление станками и станочными**  
**комплексами**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Либерман Яков Львович	кандидат технических наук, доктор наук honoris causa РАЕ, доцент, профессор ЮНЕСКО, профессор РАЕ	доцент	подъемно- транспортные машины и роботы
2	Овчинникова Валентина Андреевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	технологии машиностроения, станки и инструменты
3	Смагин Алексей Сергеевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	технологии машиностроения, станки и инструменты

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Общие сведения об управляемых приводах станков и комплексов. Математическое обеспечение работы приводов	<p>Современный уровень и перспектива развития систем программного управления станками и станочными комплексами в нашей стране. Функции приводов в станках с программным управлением и станочных комплексах и классификация приводов по назначению (приводы главного движения, приводы подачи и установочных перемещений, приводы вспомогательных движений). Требования к приводам различного назначения в зависимости от их места в составе комплекса. Основные типы электромеханических и электроприводов, гидравлических и пневматических приводов и их возможности. Статистика применения и их возможности. Статистика применения приводов разных типов в станках и промышленных роботах.</p> <p>Дискретные электромеханические приводы. Электромеханический привод с электромагнитными и гидравлическими муфтами. Область его применения и состав агрегатов (электродвигатель, ременные передачи, автоматическая коробка скоростей (АКС), кодопреобразователь и др.). Варианты построения привода в зависимости от размещений АКС. Пример привода с четырехскоростной АКС.</p> <p>Шаговый электропривод. Область его применения и состав агрегатов (шаговый электродвигатель, усилитель мощности, кольцевой распределитель импульсов).</p> <p>Схема и характеристики современных шаговых двигателей. Схемы кольцевых распределителей импульсов на регистрах</p>



		<p>сдвига и их работа. Достоинства и недостатки электромеханических приводов.</p> <p>Гидравлические приводы. Положительные свойства масляных жидкостей как энергоносителей, виды гидроприводов. Гидравлический следящий привод с дроссельным регулированием скоростей, его назначение и общее устройство. Следящий гидропривод с поворотным золотником и золотником с поступательным перемещением. Конструктивные особенности того и другого.</p> <p>Гидравлический привод с объемным регулированием скорости и его разновидности: с регулятором, встроенным в магистраль между насосом и двигателем, с внешним регулятором. Схема привода первого вида, устройство основных элементов, входящих в нее (насоса регулируемой производительности и т.п.). Схема привода второго вида, устройство электрогидромеханического регулятора, применяемого в ней, ее достоинства и недостатки по сравнению с первой.</p> <p>Тиристорный электропривод постоянного тока. Принципиальные достоинства тиристорного электропривода постоянного тока по сравнению с дискретными электромеханическими приводами и гидроприводами. Сущность тиристорного регулирования напряжения, схемы тиристорных преобразователей напряжения (однофазная, трехфазная однократная, трехфазная двукратная, двухтактная реверсивная). Типичная схема управления тиристорами, входящими в преобразователь, ее элементы (блок опорного напряжения, сумматор напряжения, формирователь импульсов, блок дифференцирования) и работа. Схема однозонного тиристорного регулирования скорости двигателя постоянного тока, применяемого в приводах подачи. Особенности регуляторов скорости и двигателей (высокомоментных, малоинерционных и др.) в таких приводах.</p> <p>Двухфазное регулирование скорости двигателей постоянного тока и условия его целесообразности. Схема двухфазного привода постоянного тока, предназначенная для использования в главных станочных приводах, ее устройство, работа, достоинства и недостатки.</p> <p>Тиристорный электропривод постоянного тока. Преимущества привода переменного тока по сравнению с приводом постоянного тока и сущность частотного регулирования скорости асинхронных электродвигателей. Типичная блок-схема тиристорного привода переменного тока, ее структура и назначение блоков. Примеры построения и работа автономного инвертора, блока управления инвертером и всей схемы в целом. Необходимость согласованного регулирования частоты и уровня напряжения, питающего двигатель, и алгоритм работы функционального преобразователя, используемого в схеме.</p> <p>Сущность прямого цифрового управления асинхронным двигателем (управления непосредственно от микро-ЭВМ). Математические зависимости, на которых базируется цифровое управление, алгоритм цифрового моделирования на</p>
--	--	---

		<p>ЭВМ синусоиды заданной частоты. Перспективность цифрового управления приводами и направления его дальнейшего развития.</p> <p>Электроприводы с модельным управлением и наблюдающими устройствами. Проблемы эксплуатации многомассовых и многодвигательных механизмов многокоординатных станков, промышленных роботов с несколькими степенями подвижности и т.п. и их электроприводов. Сущность и назначение модельного управления такими машинами, понятие о модальном регуляторе. Понятие о векторе состояний многомассовых и многодвигательных механизмов, о векторе выходных сигналов регулятора и принципе синтеза модального регулятора и принципе синтеза модального регулятора на основе теории матриц. Задача синтеза регулятора как подбор матриц, обеспечивающей требуемые показатели качества электропривода.</p> <p>Достоинства и недостатки модального управления, понятие о наблюдающих устройствах. Ситуации целесообразного применения наблюдающих устройств. Наблюдающее устройство как математическая модель, оценивающая действительное состояние механизма и его электропривода по косвенным показателям. Понятие о редуцированных наблюдающих устройствах и области их применения.</p> <p>Электроприводы с фаззиуправлением. Понятие и принципы фаззи-логики (нечеткой логики) и ее преимуществ по сравнению с классической логикой. Функция принадлежности, ее смысл и виды. Структура и алгоритм фаззи-управления электроприводом (формирование базы знаний и выбор функции принадлежности, сущность и правила процессов фаззификации, формирования логического заключения и дефаззификации).</p> <p>Фаззи-контроллер как устройство, моделирующее способы мышления человека. Пример фаззи-контроллера электропривода двухкоординатной тележки трансманипулятора, работающего в составе ГАЦ и ГАУ. Современные направления и перспективы применения фаззи-управления. Принципы разгона-торможения управляемых приводов. Кубическая парабола как оптимальная форма сигнала управления скоростного привода и ее реализация путем кусочно-линейной аппроксимации. Обобщенный алгоритм разгона-торможения управляемого привода и его основные блоки: блок задания останова, блок задания рабочей скорости, блок задания ускоренного хода (установочного движения).</p> <p>Структура основных блок, алгоритм пуска и разгона привода до скорости ускоренного хода, алгоритм торможения привода от скорости ускоренного хода до рабочей скорости. Алгоритмы точного позиционирования привода с изменением фактической скорости без реверса и с реверсом.</p>
--	--	--

2	<p>Обобщенные блок-схемы и принципы построение ЦПУ</p> <p>Обобщенная блок-схема и конфигурация систем ЧПУ</p>	<p>Основные функциональные блоки систем ЦПУ (устройство программирования элементов цикла, устройство построения ввода программы, устройство их согласования со станком, блок контроля перемещения и др.). Их назначения и взаимосвязи. Принцип микропрограммного управления (с использованием стандартных подпрограмм) и его влияние на структуру системы ЦПУ. Способы конструктивной реализации блока контроля перемещений, современные бесконтактные путевые датчики и групповые переключатели. Особенности управляющих микро-ЭВМ, применяемых в системах ЦПУ. Программируемый контроллер как специализированная ЭВМ, ориентированная на решение логических задач. Структурная схема контроллера, взаимосвязи блоков. Языки программирования контроллеров (язык релейно-контактных схем лестничного типа, язык булевых операторов, символические языки типа языка ассемблера). Возможности и области применения современных систем ЦПУ.</p> <p>Системы класса NC, блок-схемы их позиционного и контурного вариантов, основные подсистемы (система управления главным приводом станка, система управления устройством смены инструмента, системы управления приводом подачи и установочных перемещений). Системы класса CNC, блок-схема их позиционного варианта, контурного варианта с аппаратным интерполятором, контурного с программным интерполятором и комбинированных. Разновидности систем CNC: SNC, HNC, TNC, VNC. Их назначения, особенности и возможности. PCNC как наиболее перспективная разновидность систем CNC. Понятие о системах DNC. Современные микропроцессорные устройства ЧПУ: на основе микропроцессорных модулей и на основе универсальной микро-ЭВМ, однопроцессорные и мультипроцессорные, с микропроцессорными интерфейсами, с мультипроцессорным вычислителями, с агрегатизованным мультипроцессорным вычислителем.</p> <p>Системы управления главным приводом: для приводов на автоматических коробках скоростей с электромагнитными и гидравлическими муфтами, для объемного гидропривода и привода постоянного тока для гидростатно регулируемого асинхронного привода.</p> <p>Системы управления устройством смены инструмента как упрощенный вариант позиционной системы управления установочными перемещениями.</p>
3	<p>Системы управления приводами подачи</p>	<p>Виды импульсно-шаговых систем: контурные и позиционные, с силовым и задающим шаговым двигателем.</p> <p>Устройство и работа контурной системы с силовым двигателем. Техническое противоречие между быстродействием системы и мощностью. Устройство и работа контурной системы с силовым двигателем. Преобразователь параллельного кода в унитарный и построение позиционной импульсно-шаговой системы с его применением. Точность и надежность импульсно-шаговой системы как следствие</p>

		<p>динамики привода и отсутствия обратной связи. Особенности работы системы на резонансных частотах. Схема обнаружения потери импульсов, поступающих на шаговый двигатель, ее устройство и работа.</p> <p>Достоинства и недостатки, область применения импульсно-шаговых систем.</p> <p>Импульсно-счетные системы. Появление импульсно-счетных систем как результат совершенствования импульсно-шаговых систем. Принцип действия, устройство контурной импульсно-счетной (импульсно-следящей) системы, назначение и схемная реализация ее блоков (реверсивного счетчика импульсов, блока синхронизации, блока определения направления перемещения и пр.). Работа блоков, зависимость работоспособности и точности системы от инерционности привода.</p> <p>Позиционная счетно-импульсная система, ее принцип действия и основные блоки (входной кодопреобразователь, вычитающий счетчик импульсов и др.). Варианты системы: с регулированием скорости привода путем корректирующего воздействия на такт связи счетчика с приводом, с регулированием скорости привода путем прямого задающего воздействия на привод. Достоинства, недостатки, область применения импульсно-счетных систем.</p> <p>Кодовые системы. Кодовые системы управления как системы с абсолютным отсчетом перемещений; их преимущества перед счетно-импульсными системами. Принцип действия контурных кодовых систем и их основные блоки (реверсивный счетчик импульсов, блок сравнения кодов, преобразователь кода Грея в естественный двоичный и др.). Логика машинного вычитания двоичных чисел с заменой вычитания сложением и устройство блока сравнения на комбинационных сумматорах.</p> <p>Позиционная кодовая система управления, принцип ее действия и общее устройство. Особенности применения кодопреобразователей в такой системе, назначение и устройство схемы совпадения кодов (вариант на полусумматорах, на элементах эквивалентности и др.). Управление скоростью привода в позиционных кодовых системах. Способы и цели смещения начала отсчета в кодовых системах.</p> <p>Достоинства, недостатки, область применения кодовых систем.</p> <p>Системы с моделированием перемещения уровнем напряжения. Системы с моделированием перемещений уровнем напряжения как системы минимальной сложности. Их принцип действия, ретроспектива и перспектива применения. Потенциометр как основной блок таких систем. Контурная система с потенциометром, устройство и работа преобразователя числа импульсов в напряжение в этой системе, особенности использования схем сравнения напряжений.</p> <p>Позиционная система с потенциометром ее блок-схема, функции преобразователя «код-напряжение» в такой системе, назначение и способы включения кодопреобразователя.</p>
--	--	---

		<p>Управление скоростью привода в позиционных системах с потенциометрами с помощью схем ограничения напряжений и управляемых делителей напряжения.</p> <p>Помехоустойчивость и точность систем управления с потенциометрами, оптимизация нормальной характеристики потенциометра как способ повышения точности системы.</p> <p>Системы с моделированием перемещений фазой напряжения</p> <p>Моделирование перемещений фазой напряжения как способ повышения помехозащищенности системы. Общее устройство и принцип действия контурной фазовой системы. Назначение, устройство и работа преобразователя числа импульсов в фазу напряжения, схема и работа фазочувствительного выпрямителя (фазового дискриминатора).</p> <p>Позиционная фазовая система, ее общее устройство. Роль преобразователя параллельного кода в унитарный в этой системе. Генератор импульсов в таком преобразователе как регулятор скорости привода в позиционной фазовой системе.</p> <p>Достоинства, недостатки, область применения современных фазовых систем.</p> <p>Импульсно-фазовые системы. Импульсно-фазовая система как наиболее точная из современных систем ЧПУ. Принцип действия и общее устройство контурной импульсно-фазовой системы. Назначение и схемы блока синхронизации, импульсно-фазового преобразователя, триггера-дискриминатора и других блоков системы. Работа системы и способа повышения ее точности (повышение равномерности импульсов на выходе импульсно-фазового преобразователя и т.п.)</p> <p>Импульсно-фазовая система как средство согласования движения в станках и других машинах. Ее устройство при таком использовании, устройство и работа в ней программируемого делителя частоты импульсов и преобразователя «частота-напряжение».</p>
4	<p>Некоторые особенности современной практической реализации систем управления приводами подач.</p> <p>Классификация систем мониторинга и адаптации</p>	<p>Аппаратно-программная реализация систем управления приводами подач и ее возможность при использовании подач и ее возможность при использовании современных управляющих микро-ЭВМ. Распределение функций между аппаратной и программной частями в системах без обратной связи.</p> <p>Алгоритм программной реализации кольцевого распределителя импульсов в импульсно-шаговой системе.</p> <p>Варианты распределения функций между аппаратной и программной частями в системах с обратной связью. Сущность 1-го, 2-го и 3-го вариантов. Примеры распределения функций между аппаратной и программной частями по третьему варианту в случаях контурной и позиционной кодовых систем.</p> <p>Алгоритм программной реализации реверсивного счетчика импульсов, подключаемого к выходу интерполятора в контурной кодовой системе.</p>

		<p>Влияние распределения функций между аппаратной и программной частями системы на сложность и стоимость микро-ЭВМ и всей системы в целом.</p> <p>Мониторинг как способ повышения качества работы систем программного управления объекта мониторинга в станках с программным управлением и станочных комплексах (режущий инструмент, направляющие и подшипниковые узлы, механические передачи, электронные блоки устройств управления, двигатели, гидроаппаратура и др.).</p> <p>Эксплуатационные параметры указанных объектов, подвергаемые мониторингу, и классификация систем мониторинга по видам объектов, их параметров, по способам измерения параметров.</p> <p>Системы адаптации (адаптивного управления) и функции систем мониторинга в них. Классификация систем адаптации по виду применяемых систем мониторинга. Понятие о критерии адаптации. Математические методы отыскания экстремумов и экстремалей критерия адаптации.</p> <p>Классификация систем адаптивного управления по этим методам: аналитические, статистические, поисковые системы. Понятие о пассивных и активных системах.</p>
5	Системы мониторинга состояния элементов станка	<p>Системы мониторинга состояния режущего инструмента в процессе обработки</p> <p>Виды нарушений работоспособности инструмента (постепенный износ и поломка – хрупкое разрушение).</p> <p>Мониторинг состояния инструмента по электрическим параметрам процесса резания (по току главного станочного привода, по температуре и термо-ЭДС резания). Системы обнаружения поломки инструмента с запоминанием эталонной токовой кривой. Их принцип действия, аппаратная и программная реализация. Системы обнаружения предельного износа и поломки по току двигателя, построенные на основе частотных фильтров. Зависимость температуры и термо-ЭДС резания от состояния инструмента в процессе обработки и принципа построения систем мониторинга с их использованием. Аппаратная и программная реализация систем обнаружения предельного износа и поломки инструмента по термо-ЭДС.</p> <p>Мониторинг состояния инструмента по механическим параметрам процесса резания (по уровню вибрации, по силам резания, по величине зазора между державкой инструмента и обработанной поверхностью). Зависимость уровня вибрации инструмента от его состояния. Системы обнаружения предельного износа и поломки по уровню вибрации в аппаратном и программном вариантах. Характер изменения силы резания от состояния инструмента и системы автоматического прерывания процесса резания при предельном износе и поломке инструмента с динамометрическими устройствами. Виды динамометрических устройств и особенности их применения в таких системах. Принципы измерения износа по величине зазора между державкой и</p>

		<p>обработанной поверхностью и факторы, влияющие на результат измерения. Системы мониторинга с изменением зазора пневматическими способом, предназначенные для обнаружения неисправностей инструмента и компенсации его износа.</p> <p>Системы мониторинга размеров инструмента и деталей в паузах между технологическими переходами.</p> <p>Датчики размеров как основная аппаратная база систем мониторинга инструмента и деталей в паузах между переходами. Виды датчиков в зависимости от принципа их действия: индуктивные, трансформаторные, автогенераторные, фотоэлектрические, пьезоэлектрические, емкостные, резистивные и др. Измерительная оснастка датчиков, ее виды. Измерительные и контрольные головки как особая конструктивная совокупность датчика и оснастки. Специфика головок для мониторинга размеров инструмента и деталей. Классификация головок в зависимости от числа степеней подвижности измерительного щупа (одно-, двух-, трехкоординатные). Одокоординатные головки зарубежных фирм для шлифовальных станков, их конструкции и характеристики. Двухкоординатные головки для токарных станков, их конструкции и данные о точности и надежности. Трехкоординатные головки для фрезерных и многооперационных станков, сведения об их конструкции и показателях качества. Конструкции контрольных и измерительных головок на автогенераторных и индуктивных датчиках. Характеристики автогенераторных и индуктивных датчиков прогрессивных конструкций и головок на них.</p> <p>Способы установки головок на станках, в рабочих органах координатно-измерительных машин и другого оборудования. Алгоритмы применения контрольных головок, программное обеспечение систем мониторинга диаметральных и линейных размеров, отыскание центров отверстий и пр.</p>
6	Системы адаптивного управления	<p>Системы адаптивного управления режимами резания на станках</p> <p>Системы адаптивного управления режимами резания как средство повышения стойкости инструмента и производительности обработки. Критерии адаптации таких систем, их математическое выражение в виде функции или функционала, связывающих напрямую износ и производительность с режимами резания, сведениями о материале и размерами резания, сведениями о материале и размерах заготовки, инструмента и пр. Критерии адаптации, косвенно связывающие износ и производительность с режимами резания через уровень вибрации технологической системы, температуру, силу, мощность резания и т.п.</p> <p>Системы оптимизации температуры, мощности и др. как адаптивные регуляторы скорости резания и подачи. Ситуации приоритета регулирования скорости или подачи в соответствии с ходом процесса резания. Системы адаптивного</p>

		<p>виброгашения, системы адаптивного управления глубиной резания по принципу оптимального автоматического деления припуска в зависимости от силы. Аппаратные и программные формы таких систем, алгоритмы компьютерной реализации систем адаптивного управления режимами резания. Достоинства и недостатки систем разных типов, особенности их применения.</p> <p>Точность как критерий адаптивного управления механообработкой. Параметры станка, определяющее точность, и виды систем управления ими. Системы компенсации износа направляющих станка и принципы построения (с копирующими механизмами, с датчиками износа и пр.). Системы оптимального управления зазором в направляющих (с активной и пассивной гидрозагрузкой). Системы управления температурой элементов станка (подшипниковых узлов и т.п.) с принудительным охлаждением и смазкой масляным туманом. Системы оптимального управления упругими деформациями элементов технологической системы. Датчики деформации и алгоритмы обработки их сигнала. Диагностика состояния узлов станка методом акустической эмиссии. Алгоритмы спектрального анализа сигнала и организация стратегии управления в таких системах.</p> <p>Системы адаптивного управления промышленными роботами. Задачи систем адаптивного управления промышленными роботами в производственных условиях и в условиях воздействия нестационарной окружающей среды. Адаптивные схваты роботов (с адаптацией по силе сжатия губок, по предельному значению передаваемого крутящего момента и т.п.), их конструкции и области применения. Точность позиционирования как критерий адаптации системы управления роботом. Структура системы оптимального управления точностью позиционирования робота, ее программная реализация. Системы с самопрограммированием (с автоматическим выбором управляющих программ) робота. Принципы их аппаратной и программной реализации.</p> <p>Системы оптимального управления поведением робота (с автоматическим выбором наиболее удобной точки базирования, с автоматическим выбором траектории движения, с автоматическим определением стратегии поведения). Современные сенсорные устройства интеллектуальных роботов (устройств технического зрения, распознавания речи, запаха, температуры и пр.) и принципы построения систем адаптации на их основе.</p>
--	--	--

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной	Вид воспитательной	Технология воспитательной	Компетенция	Результаты обучения
----------------------------	--------------------	---------------------------	-------------	---------------------



деятельности	деятельности	деятельности		
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-7 - Способен определять технические характеристики и разрабатывать сборочные чертежи и спецификации элементов гибких производственных систем, обосновывать технические решения, обеспечивающие показатели надежности гибких производственных систем, разрабатывать компоновочные планы и планы размещения оборудования, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии с техническим заданием, документами по стандартизации и требованиями к технологичности изготовления и сборки	П-2 - Производить расчеты основных характеристик элементов гибких производственных систем с целью обеспечения заданных показателей производительности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Управление станками и станочными комплексами

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Панкратов, В. В.; Автоматическое управление электроприводами : учебное пособие. 1. Регулирование координат электроприводов постоянного тока; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2013; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228894> (Электронное издание)

2. ; Управление следящими электроприводами с применением цифровых устройств; Энергия, Москва; 1969; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441025> (Электронное издание)

3. Хакимьянов, М. И.; Управление электроприводами скважинных насосных установок : монография.; Инфра-Инженерия, Москва|Вологда; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466784> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. , Колосов, В. Г.; Многоцелевые системы ЧПУ гибкой механообработкой; Машиностроение, Ленинград; 1984 (11 экз.)

2. Тимофеев, В. Л.; Микропроцессорное управление электроприводами : Текст лекций.; УПИ, Свердловск; 1987 (7 экз.)

3. Башарин, А. В., Новиков, В. А., Соколовский, Г. Г.; Управление электроприводами : Учеб. пособие для вузов.; Энергоиздат, Ленинград; 1982 (39 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Зональная научная библиотека УрФУ - <http://lib.urfu.ru>

2. База данных ГОСТов - <http://standartgost.ru/>

3. База данных нормативно – технической документации Техэксперт - <http://www.cntd.ru/>

### **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Управление станками и станочными комплексами**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES