

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О. Сухого

О.Д. Асенчик

14.12. 2022

Регистрационный № УД- 24-64 /уч.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине специальности:

1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»

2022 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени РБ ОСВО 1-53 01 06-2019 специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»; учебных планов по специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» №№ I 53-1-05/уч. 05.02.2020 г., I 53-1-07/уч. 05.02.2021 г., I 53-1-13/уч. 31.05.2022 г.

СОСТАВИТЕЛЬ :

Михайлов М.И., заведующий кафедрой «Робототехнические системы», учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», доктор технических наук, профессор;

РЕЦЕНЗЕНТ:

А.А. Кафанов – директор ОАО «Гомельский завод станков и узлов»;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Робототехнические системы» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», (протокол № 4 от 05.12.2022 г.);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 06.12.2022 г.); УД-РТ-064/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 3 от 13.12.2022 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Инструментальные системы» составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени РБ ОСВО 1-53 01 06-2019 специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»; учебных планов по специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» №№ I 53-1-05/уч. 05.02.2020 г., I 53-1-07/уч. 05.02.2021 г., I 53-1-13/уч. 31.05.2022 г.

Цель преподавания дисциплины «Инструментальные системы», научить проектировать режущие инструменты и выбирать их основные параметры для достижения высокой производительности и требуемого качества обработанных деталей, используя полученные методологические основы теоретического анализа многообразия возможных видов режущих инструментов.

Задачи дисциплины – дать основные понятия о конструкциях режущих инструментов, научить успешно использовать полученные знания на практике, в том числе в определении оптимальных параметров режущих инструментов, разработке оптимальных конструкций инструментальных наладок и блоков.

Дисциплина «Инструментальные системы» базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин: «Теория механизмов и машин», «Детали и механизмы приборов и машин», «Основы робототехники», «Химические и производственные технологии». Знания и умения, полученные студентами при изучении данной учебной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин и дисциплин специализации, связанных с технологиями и проектированием роботов и робототехнических систем, в том числе: «Эксплуатация робототехнических систем», «Проектирование оборудования роботизированного производства», а также при выполнении студентами курсовых работ (проектов), научно-исследовательских работ, дипломного проекта.

В результате освоения учебной дисциплины «Инструментальные системы» студент должен:

знать:

- типы режущих инструментов, разновидности их конструкций, составные части, технологические возможности;
- особенности конструкций и эксплуатации режущих инструментов, применяющихся в роботизированном оборудовании;
- инструментальные материалы, применяемые для изготовления режущих инструментов;
- направления совершенствования конструкций режущих инструментов;

- основы эксплуатации инструментов и инструментальных наладок;

уметь:

- выбирать режущий и вспомогательный инструменты для заданных конструкций детали, требований к качеству обработки;
- выбирать материал для изготовления режущего инструмента;
- проектировать инструментальные наладки, применяемые для роботизированного оборудования;
- использовать нормативную документацию, научно-техническую и справочную литературу применительно к задаче проектирования режущих инструментов;

владеть:

- методикой проектирования режущих инструментов и инструментальных наладок для обработки поверхностей детали при различных условиях резания;
- методикой диагностики состояния режущих инструментов;
- приемами рациональной эксплуатации инструментальных систем.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование у студентов следующей специализированной компетенции: уметь выбирать элементы инструментальных систем и владеть методикой их проектирования.

Вместе с тем развиваются и закрепляются следующие профессиональные компетенции:

- владеть информацией о современных системах и методах механизации и автоматизации роботизированного производства в машиностроении и применять её в своей профессиональной деятельности;

- уметь осуществлять поиск, хранение и анализ информации из различных источников, представлять её в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

- знать устройство и принцип работы технологического оборудования и оснастки;

- работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой;

- взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

Форма получения высшего образования для специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» - дневная.

Для набора студентов 2020 года и 2022 года общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Инструментальные системы» - 130 часов.

Трудоёмкость учебной дисциплины – 3 з.е.

Для набора студентов 2021 года общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Инструментальные системы» - 170 часов.

Трудоёмкость учебной дисциплины – 4 з.е.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

Виды занятий, курсы, семестры, и формы текущей аттестации	Форма получения высшего образования	
	Дневная	
	2020г	с 2021г
Курс	3	3
Семестр	6	6
Лекции (час.)	34	34
Лабораторные занятия (час)	17	17
Практические занятия (час)	17	17
Всего аудиторных часов	68	68
Форма текущей аттестации		
Экзамен (семестр)	6	6
Курсовая работа (семестр)	6	-
РГР (семестр)	-	6

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ I. СТРУКТУРА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Тема 1.1. Системы инструментообеспечения станков с ЧПУ.

Системы инструментообеспечения роботизированных производств. Кодирование инструментальной оснастки роботизированных систем инструментообеспечения.

РАЗДЕЛ II. БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Тема 2.1. Инструментальные материалы.

Материалы, применяемые для рабочей части инструмента, их эксплуатационные и технологические свойства, область применения: углеродистые и легированные инструментальные стали, быстрорежущие стали, твёрдые сплавы, минераллокерамика. Состав материалов, основные марки, физико-механические свойства и обоснование выбора.

Тема 2.2. Формообразование и срезание припуска.

Классификация и выбор схем и методов формообразования. Условия формообразования поверхностей деталей. Классификация и выбор схем срезания припуска.

Тема 2.3. Геометрические параметры лезвия инструментов.

Геометрические параметры лезвия инструментов в инструментальной, статической и кинематической системах координат.

Тема 2.4. Конструктивные особенности инструментов.

Инструменты цельной, составной и сборной конструкции. Требования к конструкциям. Достоинства, недостатки и область применения. Точность позиционирования режущих элементов в корпусе сборного инструмента. Прочность режущего инструмента. Надежность режущих инструментов. Общие положения об автоматизированном проектировании режущих инструментов.

РАЗДЕЛ III. ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Тема 3.1. Резцы.

Типы и назначение резцов. Основные положения по их конструированию. Обоснование выбора державки резца. Мероприятия по улучшению формирования и отвода стружки. Типовые конструкции сборных резцов с твёрдосплавными многогранными пластинами. Особенности резцов для тонкого точения, алмазных и с СТМ. Классификация и область применения.

Тема 3.2. Фасонные резцы.

Определение изменения передних и задних углов по длине режущей кромки в статической и кинематической системах координат. Методика профилирования фасонных резцов. Конструктивные особенности и определение габаритных размеров фасонных резцов. Конструктивные особенности и определение габаритных размеров дисковых фасонных резцовых головок. Направление совершенствования резцов. Тангенциальные резцы, особенности их геометрии.

Тема 3.3. Инструменты для обработки отверстий.

Особенности условий их работы и влияние их на геометрические и конструктивные параметры инструментов. Геометрические параметры лезвия осевого инструмента в статической и кинематической системах координат. Свёрла – конструкции, геометрия лезвия инструмента, методы улучшения конструктивных, геометрических и эксплуатационных параметров. Свёрла для глубокого сверления, сверла для кольцевого сверления, центровочные.

Тема 3.4. Зенкеры и развёртки.

Конструктивные особенности, геометрические параметры. Обоснование выбора элементов зенкера. Конструкции сборных зенкеров. Цековки и зенковки особенности конструкций. Развёртки, их типы и область применения. Режущая и калибрующая часть, их назначение и определение конструктивных параметров. Общие принципы назначения допусков. Комбинированные инструменты для обработки отверстий – однотипные и многотипные, цельные и сборные. Направления совершенствования конструкций осевого инструмента.

Тема 3.5. Протяжки и прошивки.

Конструкции протяжек и прошивок их достоинства и недостатки. Определение общих конструктивных размеров режущей части протяжек. Протяжки для наружной обработки, область применения. Направления совершенствования протяжек.

Тема 3.6. Фрезы.

Общие положения определения конструкций и конструктивных элементов периферийных, торцовых и дисковых фрез. Обоснование выбора конструктивных и геометрических параметров фасонных фрез. Выбор параметров дисковых фрез. Направления совершенствования конструкций фрез.

Тема 3.7. Инструменты для образования резьбы.

Выбор схем срезания припуска. Резьбовые резцы и гребёнки, их конструкция и геометрические параметры. Метчики, их виды и область применения; условия работы и элементы конструкции метчика. Совершенствование конструкций метчиков. Особенности конструкции режущей и калибрующей части плашек. Резьбонарезные фрезы, их типы и назначение. Резьбонарезные головки, назначение, типы, эффективность

применения. Резьбонакатные инструменты, их назначение, типы, эффективность применения. Схемы образования резьбы.

Тема 3.8. Инструменты для обработки цилиндрических зубчатых колес.

Выбор схем срезания припуска. Инструменты, формообразующие по схеме следа. Обоснование выбора их основных параметров. Виды инструментов. Назначение и область применения. Расчёт профиля режущей кромки для обработки прямозубого колеса. Инструменты, реализующие комбинированную схему формообразования. Виды инструментов, назначение и область применения. Конструкции долбяков. Проверки долбяков при проектировании. Направления совершенствования долбяков. Зуборезные рейки, их типы, конструкции. Обоснование выбора геометрических параметров лезвия инструмента. Червячные зуборезные фрезы. Выбор конструкции фрез и определение основных параметров. Направления совершенствования червячных зуборезных фрез.

Тема 3.9. Инструменты для обработки конических зубчатых колёс.

Схемы формообразования и срезания припуска. Инструменты, работающие по различным схемам формообразования. Особенности конструкции и геометрических параметров зубострогальных резцов. Особенности конструкций зуборезных головок, типы и область применения. Пути совершенствования конструкций головок.

Тема 3.10. Инструменты для деталей незвольвентного профиля.

Схемы формообразования и срезания припуска. Червячные фрезы для деталей прямолинейного профиля (червячные шлицевые фрезы). Способы определения профиля зубьев фрезы – графический и аналитический. Выбор геометрических параметров зуба инструмента..

Тема 3.11. Абразивные инструменты.

Классификация абразивных инструментов. Выбор абразивного материала, зернистости, твёрдости, структуры, связки, класса точности и степени дебаланса. Маркировка абразивного инструмента. Способы и инструменты для правки абразивных, алмазных и эльборовых инструментов. Балансировка абразивных инструментов. Перспективы развития абразивных инструментов. Хонинговальные головки, принцип работы, конструкции головок и их типы. Головки для суперфиниша, принцип работы, конструкция закрепления брусков. Выбор их основных параметров.

РАЗДЕЛ IV. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ НАЛАДКИ

Тема 4.1. Вспомогательные инструменты для автоматизированного производства.

Структура и схема инструментальной оснастки, обеспечивающей требуемую точность и качество обработки деталей. Повышение экономической скорости резания и снижение простоев оборудования из-за случайных выходов инструмента. Быстросменные инструменты,

настраиваемые на размер вне станка. Дополнительные требования к ним. Типовые конструкции и их анализ.

Тема 4.2. Рациональная эксплуатация инструментальных систем.

Устройства, обеспечивающие получения информации о рабочем состоянии и поломках инструмента. Способы диагностики ресурсов работоспособности инструмента.

Тема 4.3. Определение периода стойкости инструмента.

Определение периода стойкости инструмента из условия минимума себестоимости обработки и максимума производительности. Конструкции систем инструментообеспечения.

Тема 4.4. Диагностика состояния режущего инструмента. Устройства диагностики состояния режущего инструмента в процессе работы. Методы испытаний и исследования инструментов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Структура инструментальных систем	2						
1.1	Системы инструментообеспечения станков с ЧПУ	2						Э
2	Базовые понятия проектирования режущих инструментов	7						
2.1	Инструментальные материалы	2						Э
2.2	Формообразование и срезание припуска	2						Э
2.3	Геометрические параметры лезвия инструментов	2						Э
2.4	Конструктивные особенности инструментов	1						Э
3	Типовые конструкции режущих инструментов	20	14	14				
3.1	Резцы	1						Э
3.2	Фасонные резцы	2	4	2				Э, ЗЛР, ЗПР
3.3	Инструмент для обработки отверстий	2		2				Э, ЗЛР
3.4	Зенкеры и развёртки	1						Э
3.5	Протяжки и прошивки	2	4	2				Э, ЗЛР, ЗПР
3.6	Фрезы.	2		2				Э, ЗЛР

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.7	Инструменты для образования резьбы	3	2	2				Э, ЗЛР,ЗПР
3.8	Инструменты для обработки цилиндрических зубчатых колес.	4	2	2				Э, ЗЛР,ЗПР
3.9	Инструменты для обработки конических зубчатых колёс	1						Э
3.10	Инструменты для деталей неэвольвентного профиля	1	2					Э,ЗПР
3.11	Абразивные инструменты.	1		2				Э, ЗЛР
4	Инструментальные наладки	5	3	3				
4.1	Вспомогательные инструменты для автоматизированного производства	1	3	3				Э, ЗЛР,ЗПР
4.2	Рациональная эксплуатация инструментальных систем	1						Э
4.3	Определение периода стойкости инструмента	2						Э
4.4	Диагностика состояния режущего инструмента	1						Э
		34	17	17				

ПРИМЕЧАНИЕ: защита лабораторной работы - ЗЛР; защита практической работы – ЗПР; экзамен – Э.

Курсовая работа (для набора 2020г)

Курсовая работа посвящена разработке инструментальных наладок для станков с ЧПУ, а также режущих и вспомогательных инструментов.

Проектированию режущих инструментов, входящих в наладки, их расчёту на геометрическую и статическую точность с выполнением рабочих чертежей инструмента и сборочных чертежей инструментальных блоков. Примерный объём 40 часов.

Расчетно-графическая работа (для набора 2021г)

Расчетно-графическая работа посвящена разработке инструментальных наладок для станков с ЧПУ, а также режущих и вспомогательных инструментов.

Проектированию режущих инструментов, входящих в наладки, их расчёту на геометрическую и статическую точность с выполнением рабочих чертежей инструмента и сборочных чертежей инструментальных блоков.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Михайлов, М.И. Инструментальные системы / М.И. Михайлов. – Минск: РИВШ, 2020. – 440с.
2. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: Учеб.пособие для вузов /Под общ.ред.Г.Н.Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986.-288с.

Дополнительная литература

3. Кузнецов, Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник / Ю.И.Кузнецов, А.Р.Маслов, А.Н.Бойков. – Москва: Машиностроение, 1990 г.
4. Михайлов, М.И. Инструментальные системы: Лабораторный практикум / М.И. Михайлов. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2015. – 247с.
5. Справочник инструментальщика /И.А.Ординарцев [и др.]; Под общ.ред.И.А.Ординарцева, 1987.-846с.
6. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование /Под ред.Е.Э.Фельдштейна – Мн.: Дизайн ПРО, 1997.-384с.
7. Обработка резанием жаропрочных, высокопрочных и титановых сплавов /Под ред.Н.И.Резникова. – М.: Машиностроение, 1972.-205с.
8. Справочник технолога-машиностроителя. М.: Машиностроение, 1986. т.1, 656с.; т.2, 496с.
9. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. М.: Машиностроение, 1974.-1991г.
- 10.Режимы резания труднообрабатываемых материалов: Справочник /Я.Л.Гуревич [и др.]. – М.: Машиностроение, 1986.-240с.
- 11.Ресурсосберегающий режущий инструмент и рациональное инструментообеспечение. / М.И. Михайлов [и др.] Минск, 1991.-108с.

Перечень учебно-методической литературы

- 12.Михайлов М.И. Инструментообеспечение автоматизированного производства. Учебное пособие по курсу «Режущий инструмент и инструментообеспечение автоматизированного производства». – Гомель: ГПИ, 1992.-49с.
- 13.Михайлов М.И. Точность сборного режущего инструмента. Уч.пособие. – Гомель: ГПИ, 1992.-33с.
- 14.Михайлов М.И. Инструментальные системы: электронный учебно-методический комплекс дисциплины. М.И. Михайлов. - Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2012. Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/2076>.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- управляемая самостоятельная работа при подготовке сообщений, тематических докладов, презентаций по заданным темам с консультациями преподавателя;
- подготовка к лабораторным и практическим занятиям;
- подготовка к сдаче экзамена;
- оформление отчетов по лабораторным и практическим работам;
- проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время лабораторных и практических занятий;
- проведение текущих контрольных работ по отдельным темам;
- защита выполненных на лабораторных и практических занятиях индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- сдача экзамена по дисциплине.

Перечень тем практических занятий

1. Проектирование фасонных резцов
2. Проектирование протяжек
3. Проектирование инструментальной наладки для обработки фрезами на станке типа «Обрабатывающий центр»
4. Проектирование инструментальной наладки для обработки метчиками на станке типа «Обрабатывающий центр»
5. Проектирование инструментальной наладки для обработки осевым инструментом на станке типа «Обрабатывающий центр»
6. Проектирование инструментальной наладки для обработки резцами на токарном станке с ЧПУ.

Перечень тем лабораторных занятий

Анализ параметров фасонных резцов (2ч)

1. Анализ параметров осевого инструмента (2ч)
2. Анализ параметров протяжек (2ч)

3. Анализ параметров фрез (2ч)
4. Анализ параметров резьбообразующего инструмента (2ч)
5. Анализ параметров зубообразующего инструмента (2ч)
6. Анализ параметров абразивного инструмента (1ч)
7. Исследование точности установки осевого инструмента на станке типа «обрабатывающий центр» (2ч)
8. Исследование податливости вспомогательного инструмента для обработки отверстий на станках с ЧПУ (2ч)

Характеристика рекомендуемых методов и технологий обучения

С целью активизации познавательной деятельности студентов следует широко использовать проблемные методы (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), способствующие более качественному и полному пониманию и усвоению учебного материала. Теоретические лекционные занятия необходимо чередовать с лабораторными занятиями.

При проведении занятий рекомендуется использовать информационные технологии, наглядные пособия, плакаты, макеты. При изложении материала необходимо соблюдать единство терминологии и обозначений в соответствии с действующими стандартами.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины должно быть ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, развитие навыков анализа и самостоятельности в принятии инженерных решений в будущей инженерной деятельности, умение работать с научной и технической литературой.

Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний студента в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53-ПО).

Перечень контрольных вопросов

1. Состав систем инструментообеспечения.
2. Инструментальные углеродистые и легированные стали. Свойства, маркировка и область применения.
3. Быстрорежущие стали. Свойства, маркировка и область применения.
4. Твердые сплавы. Свойства, маркировка и область применения.
5. Безвольфрамовые твердые сплавы. Свойства, маркировка и область применения.
6. Сверхтвердые материалы. Композиты и керметы. Свойства, маркировка и применение.
7. Минералокерамика. Свойства, маркировка и область применения.
8. Методы повышения физико-механических характеристик инструментальных материалов.
9. Схемы формообразования. Критерии выбора, примеры.
10. Схемы срезания припуска. Критерии выбора, примеры.
11. Условия формообразования. Привести примеры.
12. Методика пересчета углов лезвия инструмента. Вывод формул.
13. Расчет крепежной части инструмента на прочность и жесткость.
14. Расчет точности позиционирования СМП в корпусе сборного инструмента.
15. Надежность режущего инструмента. Основные понятия.
16. Резцы. Классификация. Обоснование выбора основных параметров. Направления совершенствования конструкций.
17. Фасонные резцы. Классификация. Обоснование выбора геометрических параметров. Графическое профилирование.
18. Методика аналитического профилирования призматических фасонных резцовых головок.
19. Методика аналитического профилирования дисковых фасонных резцовых головок.
20. Погрешности обработки фасонными резцами. Методы стружколомания при точении.
21. Протяжки. Обоснование выбора основных параметров.
22. Шлицевые и шпоночные протяжки. Обоснование выбора материала и всех конструктивных параметров.
23. Обоснование выбора основных параметров цилиндрических фрез. Геометрические параметры лезвия в статической и кинематической системах координат.
24. Обоснование выбора формы задней поверхности зуба фрезы.
25. Проектирование дисковых фрез.
26. Выбор основных параметров угловых и Т-образных фрез.
27. Выбор основных параметров шпоночных и концевых фрез.
28. Выбор параметров зуба винтового сверла в статической и кинематической системах координат. Классификация.
29. Выбор основных конструктивных параметров винтовых сверл. Расчет хвостовиков.
30. Зенкеры. Выбор основных конструктивных параметров. Конструкции цековок и зенковок.

31. Машинные развертки (классификация, особенности конструкций). Выбор основных конструктивных параметров. Применение.
32. Схемы формообразования и срезания припуска резьбовыми резцами. Выбор параметров.
33. Метчики. Классификация. Выбор основных параметров (построение полей допусков).
34. Плашки. Классификация. Выбор параметров.
35. Резьбонарезные головки. Конструкции. Область применения.
36. Резьбонарезные фрезы. Схемы формообразования и срезания припуска. Выбор параметров.
37. Резьбонакатной инструмент. Конструкции, схемы обработки.
38. Зубообрабатывающий инструмент, формообразующий по схеме следа. Выбор основных параметров.
39. Методика профилирования дисковых модульных фрез.
40. Червячные фрезы. Выбор основных параметров. Направления совершенствования.
41. Долбяки. Классификация, расчет и выбор основных параметров.
42. Проверки долбяков при проектировании.
43. Особенности конструкций инструмента для нарезания прямозубых конических колес.
44. Особенности конструкций инструмента для нарезания конических зубчатых колес с круговым зубом. Погрешность обработки.
45. Особенности конструкции инструмента для чистовой обработки зубчатых колес.
46. Графическое профилирование червячных фрез для неэвольвентного профиля деталей. Выбор основной окружности.
47. Аналитическое профилирование червячных фрез для неэвольвентного профиля деталей. .
48. Обоснование выбора материала и зернистости абразивного инструмента.
49. Выбор структуры и формы абразивного инструмента.
50. Выбор связки и твердости абразивного инструмента.
51. Абразивные головки, хоны и головки для суперфиниша.
52. Алмазные и эльборовые абразивные инструменты. Выбор параметров, маркировка.
53. Требования к инструменту для автоматизированного производства. Анализ требований.
54. Методика определения периода стойкости инструмента при минимуме себестоимости обработки.
55. Экспериментальные методы определения остаточного периода стойкости инструмента.
56. Расчет точности инструментальной наладки для токарных станков с ЧПУ.
57. Особенности конструкции инструментальной оснастки станков сверлильно-фрезерной группы с ЧПУ. Расточные борштанги.
58. Расчет точности инструментальной наладки для станков сверлильно-фрезерной группы с ЧПУ.
59. Кодирование инструментальной оснастки.
60. Расчет жесткости наладок.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Технология роботизированного производства изделий электроники и машин	РТС	Нет М.И. Михайлов	
Проектирование и художественное конструирование робототехнических систем	РТС	Нет М.И. Михайлов	