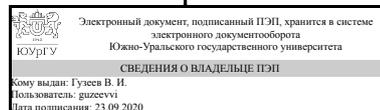


УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Машиностроения



В. И. Гузев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины П.1.В.06.02 Научные основы профилирования режущего инструмента для направления 15.06.01 Машиностроение

уровень аспирант тип программы

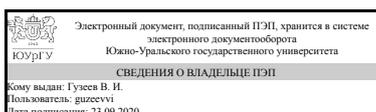
направленность программы

форма обучения очная

кафедра-разработчик Технологии автоматизированного машиностроения

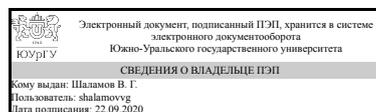
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 30.07.2014 № 881

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



В. И. Гузев

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., профессор



В. Г. Шаламов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение общих методов профилирования инструмента, анализа условий его работоспособности и оптимизации конструктивно-геометрических параметров, позволяющих совершенствовать существующие и технически грамотно проектировать новые режущие инструменты для формообразования заданной поверхности. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: изучить сущность и закономерности формообразования поверхностей; научить составлению расчетных схем формообразования и профилирования; усвоить условия работоспособности инструмента, методы анализа и оптимизации конструктивно-геометрических параметров инструмента; получить практические навыки в профилировании инструмента и анализа его параметров.

## Краткое содержание дисциплины

Процесс изготовления любого изделия связан с формообразованием поверхностей этого изделия. При реализации процесса формообразования резанием необходимы орудия труда, которыми являются разнообразные виды режущих инструментов. Режущий инструмент решает две задачи: формообразование поверхностей детали и срезания припуска (напуска) с заготовки. Задачи решаются одновременно, но имеют относительную самостоятельность. Это позволяет процесс проектирования инструмента разделить на некоторые этапы и решать выделенные задачи относительно самостоятельно. Наиболее простой задачей проектирование является случай, когда форма поверхностей детали не зависит от формы режущих кромок инструмента (например, точение фасонной поверхности детали либо, когда форма режущих кромок инструмента копирует свою форму на профиле детали. Но существует и более сложный случай: когда форма режущих кромок инструмента зависит от формы профиля детали, кинематики движений. В этом случае возникает задача профилирования инструмента.) В этом случае требуется учесть ряд особенностей формообразования поверхностей. Кроме того, как правило, для одной поверхности можно спроектировать различный инструмент, т.е. задача носит многовариантный характер и требуется оптимизация технического решения.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-6.1 знанием закономерностей и взаимосвязей в технологических процессах формообразования тел (деталей) путем удаления части начального объема материала, а также в технических средствах реализации процессов (станки, инструмент, комплектующие агрегаты, механизмы и другая технологическая оснастка) на этапах их создания и эксплуатации	Знать: сущность системного подхода к процессам формообразования; основные условия правильного формообразования поверхностей;
	Уметь: решать проектные и проверочные задачи профилирования и формообразования
ПК-6.2 готовностью к созданию новых и совершенствованию существующих технологических процессов обработки и	Владеть:
	Знать: сущность, назначение и методы анализа геометрии режущего лезвия инструмента в различных секущих плоскостях; сущность

соответствующего оборудования, агрегатов, механизмов и других технических средств, обеспечивающих высокую конкурентоспособность за счет качества формируемых деталей, низкой себестоимости, повышенной производительности, надежности, безопасности, экологичности и т.п.	оптимизации конструктивно-геометрических параметров инструмента с учётом условий операции
	Уметь: определять геометрию режущего лезвия в различных секущих плоскостях и делать заключения о её рациональности; составлять расчётные схемы оптимизации конструктивно-геометрических параметров
	Владеть:

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	40	40	
Лекции (Л)	40	40	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	68	68	
Самостоятельное изучение 1,2 разделов дисциплины [1]	16	16	
Подготовка к текущему контролю	8	8	
Самостоятельное изучение 3 раздела дисциплины [1]	12	12	
Самостоятельное изучение 4,5 разделов дисциплины [1]	16	16	
Самостоятельное изучение 6-8 разделов дисциплины [1]	16	16	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР

0	Введение, цель и задачи дисциплины	1	1	0	0
1	Технология формообразования поверхностей	6	6	0	0
2	Условия формообразования поверхностей	4	4	0	0
3	Профилирование режущего инструмента	8	8	0	0
4	Контрольная задача формообразования	4	4	0	0
5	Аппроксимация теоретических контуров	2	2	0	0
6	Анализ геометрии режущего лезвия	6	6	0	0
7	Распределение работы резания по режущей кромке	2	2	0	0
8	Оптимизация параметров инструмента	7	7	0	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	0	Актуальность дисциплины	1
2	1	Понятия об идеальном процессе формообразования и ИИП	2
3	1	Преобразование СК и понятие огибающей семейства	2
4	1	Кинематический метод определения огибающей	2
5	2	Условия формообразования поверхностей	4
6	3	Системный подход к профилированию	2
7	3	Профилирование многогранных протяжек	2
8	3	Профилирование дисковых фрез для ВП	2
9	3	Профилирование обкаточных резцов	2
10	4	Формообразование ВП угловой фрезой	2
11	4	Формообразование поверхностей профилирующей окружностью	2
12	5	Аппроксимация теоретического контура отрезком прямой	2
13	6	Определение геометрических параметров режущей части токарного резца	2
14	6	Векторные произведения при анализе геометрии режущего лезвия	2
15	6	Геометрия режущего лезвия зуба спирального сверла	2
19	7	Распределение работы по режущим кромкам	2
16	8	Оптимизация параметров инструмента	2
17	8	Роль разнозагоности зубьев фрез	2
18	8	Оптимизация образующей многогранной протяжки	3

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Самостоятельное изучение разделов дисциплины.	[1]: разделы 1, 2	16

Самостоятельное изучение разделов дисциплины.	[1]: раздел 3	12
Самостоятельное изучение разделов дисциплины.	[1]: разделы 4, 5	16
Самостоятельное изучение разделов дисциплины.	[1]: разделы 6-8	16
Подготовка к текущему контролю	[1]	8

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Анализ ситуаций и имитационных моделей	Лекции	Решение конструкторско-технологических задач в рамках подготовки диссертационной работы	30

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Решение технических проблем производства в рамках подготовки диссертационной работы

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Технология формообразования поверхностей	ПК-6.2 готовностью к созданию новых и совершенствованию существующих технологических процессов обработки и соответствующего оборудования, агрегатов, механизмов и других технических средств, обеспечивающих высокую конкурентоспособность за счет качества формируемых деталей, низкой себестоимости, повышенной производительности, надежности, безопасности, экологичности и т.п.	Текущий контроль	2
Условия формообразования поверхностей	ПК-6.1 знанием закономерностей и взаимосвязей в технологических процессах формообразования тел (деталей) путем удаления части начального объема материала, а также в технических средствах реализации процессов (станки, инструмент,	Текущий контроль	3

	комплектующие агрегаты, механизмы и другая технологическая оснастка) на этапах их создания и эксплуатации		
Профилирование режущего инструмента	ПК-6.1 знанием закономерностей и взаимосвязей в технологических процессах формообразования тел (деталей) путем удаления части начального объема материала, а также в технических средствах реализации процессов (станки, инструмент, комплектующие агрегаты, механизмы и другая технологическая оснастка) на этапах их создания и эксплуатации	Текущий контроль	4
Контрольная задача формообразования	ПК-6.2 готовностью к созданию новых и совершенствованию существующих технологических процессов обработки и соответствующего оборудования, агрегатов, механизмов и других технических средств, обеспечивающих высокую конкурентоспособность за счет качества формируемых деталей, низкой себестоимости, повышенной производительности, надежности, безопасности, экологичности и т.п.	Текущий контроль	5
Аппроксимация теоретических контуров	ПК-6.1 знанием закономерностей и взаимосвязей в технологических процессах формообразования тел (деталей) путем удаления части начального объема материала, а также в технических средствах реализации процессов (станки, инструмент, комплектующие агрегаты, механизмы и другая технологическая оснастка) на этапах их создания и эксплуатации	Текущий контроль	6
Анализ геометрии режущего лезвия	ПК-6.1 знанием закономерностей и взаимосвязей в технологических процессах формообразования тел (деталей) путем удаления части начального объема материала, а также в технических средствах реализации процессов (станки, инструмент, комплектующие агрегаты, механизмы и другая технологическая оснастка) на этапах их создания и эксплуатации	Текущий контроль	7
Распределение работы резания по режущей кромке	ПК-6.2 готовностью к созданию новых и совершенствованию существующих технологических процессов обработки и соответствующего оборудования, агрегатов, механизмов и других технических средств, обеспечивающих высокую конкурентоспособность за счет качества формируемых деталей, низкой себестоимости, повышенной производительности, надежности, безопасности, экологичности и т.п.	Текущий контроль	8
Оптимизация параметров инструмента	ПК-6.2 готовностью к созданию новых и совершенствованию существующих технологических процессов обработки и	Текущий контроль	9

	соответствующего оборудования, агрегатов, механизмов и других технических средств, обеспечивающих высокую конкурентоспособность за счет качества формируемых деталей, низкой себестоимости, повышенной производительности, надежности, безопасности, экологичности и т.п.		
Все разделы	ПК-6.1 знанием закономерностей и взаимосвязей в технологических процессах формообразования тел (деталей) путем удаления части начального объема материала, а также в технических средствах реализации процессов (станки, инструмент, комплектующие агрегаты, механизмы и другая технологическая оснастка) на этапах их создания и эксплуатации	Экзамен	Экзаменационные вопросы

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Текущий контроль	Осуществляется в форме устного собеседования. На заданный вопрос аспирант даёт краткий ответ (до 15-20 слов). Каждый ответ оценивается в баллах (в зависимости от точности ответа): 1; 0,75; 0,33; 0.	Зачтено: ответ, содержащий >60% от количества заданных вопросов Не зачтено: ответ, содержащий < 60% от количества заданных вопросов. Тема подлежит пересдаче
Экзамен	Экзамен проводится в форме устного опроса. В аудитории экзамена одновременно присутствует не более 8 студентов. Каждый студент выбирает билет с двумя вопросами из разных разделов дисциплины. После подготовки к ответу происходит собеседование. При необходимости студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы (не более 3-х).	Отлично: Отлично: за полный ответ по всем вопросам. Аспирант показывает знание дополнительного материала (не входящего в программу экзамена), логически и обоснованно излагает материал, легко отвечает на дополнительные вопросы. При условии посещения занятий, выполнения текущего контроля, использования материала дисциплины в диссертационной работе оценка "Отлично" может быть получено досрочно, Хорошо: ответ, соответствующий вопросам билета, показывает уверенные знания, оперирует терминологией, без особых затруднений отвечает на дополнительные и уточняющие вопросы. Однако имеются некоторые затруднения по обоснованию некоторых положений, формулировке выводов и предложений. Удовлетворительно: ответ, показывающий принципиальное понимание основных положений, содержащихся в вопросах билета. Однако, ответ носит поверхностный характер, слабая логика в изложении материала, в ответах на дополнительные и уточняющие вопросы проявляет неуверенность, показывает слабое знание разделов дисциплины, слабая

	аргументация при ответе на вопросы. Неудовлетворительно: ответ, не соответствующий тематике вопросов, не может оперировать терминологией дисциплины, не отвечает на дополнительные и уточняющие вопросы или допускает существенные ошибки
--	--

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Текущий контроль	<p>2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Функции режущей части инструмента.</li> <li>2. Что понимают под термином «технология»?</li> <li>3. Чем объединены различные виды технологий формообразования?</li> <li>4. Сущность энергетического процесса формообразования.</li> <li>5. Сущность образования поверхностей как движения образующих линий.</li> <li>6. Обратимые и необратимые поверхности.</li> <li>7. Признаки образующей линии.</li> <li>8. На что влияет прерывистый характер образования производящих линий?</li> <li>9. Простые и сложные формообразующие поверхности.</li> <li>10. Методы формообразования производящих линий.</li> <li>11. Что такое идеальный процесс формообразования?</li> <li>12. Может ли соответствовать реальному процессу резания номинальная поверхность детали?</li> <li>13. Есть ли отличия производящих линий от направляющей и образующей?</li> <li>14. Определите ИИП по отношению к положению профили рующих режущих кромок инструмента и кинематике относительного движения.</li> <li>15. Что такое движение поверхности «самой по себе»?</li> <li>16. Виды контакта при формообразовании номинальной поверхности детали.</li> <li>17. Что такое уравнение поверхности?</li> <li>18. Определите цилиндрическую поверхность и поверхность вращения.</li> <li>19. Чем отличаются правая и левая винтовые линии?</li> <li>20. Способы задания поверхностей.</li> <li>21. Основа преобразования систем координат.</li> <li>22. Что такое семейство линий?</li> <li>23. Как аналитически определяется огибающая к семейству линий?</li> <li>24. Когда используется и что положено в основу кинематического метода определения огибающей?</li> <li>25. Как выражается условие контакта?</li> <li>26. Как получить уравнение контакта?</li> <li>27. Достоинства и недостатки процедуры определения ИИП с использованием понятия огибающей и кинематического метода.</li> <li>28. Почему при винтовом движении плоскости инструмента образуется эвольвентная винтовая поверхность детали, а не плоскость?</li> </ol> <p>3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как выражается условие существования ИИП?</li> <li>2. Что такое внешнее и внутреннее касание?</li> <li>3. В каком случае может возникнуть внутреннее касание?</li> <li>4. Что такое точка возврата?</li> <li>5. К чему приводит пересечение смежных участков ИИП?</li> <li>6. Что ограничивает диаметр шлифовального круга при заточке зубьев протяжки?</li> </ol>

7. К чему приводит неправильный выбор диаметра круга?
  8. Почему образуется переходная кривая при фрезеровании шлицевого вала червячной фрезой?
  9. Основные задачи при профилировании инструмента.
- 4
1. Причины неоднозначности определения формы ИИП.
  2. Как образуются различные схемы обработки?
  3. Какое понятие шире: кинематическая схема станка или схема обработки?
  4. В чем сложность формообразования вспомогательных задних поверхностей зубьев гранной протяжки?
  5. Назовите возможные сочетания форм ИИП протяжки и вспомогательных задних поверхностей зубьев протяжки.
  6. Почему необходима определенная взаимосвязь между ИИП гранной протяжки и формой вспомогательных поверхностей зубьев?
  7. Почему профиль образующей ВП не совпадает с профилем образующего инструмента?
  8. В каком сечении задается образующая ВП?
  9. Функцией каких переменных является уравнение ВП?
  10. Назовите признак трансцендентности уравнения контакта, и в чем заключается трудность его решения.
  11. Назовите два возможных способа установки оси дискового инструмента при формообразовании ВП.
  12. Как осуществляется переход от одного способа установки оси дискового инструмента к другому?
  13. Что является параметрами установки дискового инструмента и чем определяется их величина?
  14. Почему параметры установки дискового инструмента не однозначны и на что это влияет?
  15. Почему диаметр дискового инструмента нельзя взять произвольно?
  16. Что такое обкаточные инструменты?
  17. Назовите основные типы обкаточных инструментов, и почему они выделены в относительно самостоятельные виды.
  18. Достоинства и недостатки обкаточных резцов (по сравнению, например, с фасонными радиальными резцами).
  19. Что определяется из уравнения контакта при профилировании обкаточного резца?
- 5
1. В каком случае решается контрольная задача формообразования?
  2. Какое движение является формообразующим при формообразовании винтовой поверхности?
  3. Функцией каких переменных является уравнение конической поверхности фрезы?
  4. Какие элементы определяют уравнение контакта при формообразовании винтовой поверхности?
  5. Достоинство метода профилирующих окружностей при определении уравнения контакта.
  6. Какие поверхности могут быть образованы профилирующей окружностью торцевой фрезы? От чего это зависит?
  7. Чем определяются погрешности цилиндрической поверхности образуемой профилирующей окружностью?
  8. Назовите управляемые параметры при относительном движении инструмента и заготовки по двум взаимно перпендикулярным направлениям.
  9. Чем определяется выбор относительных движений инструмента и заготовки?
  10. Почему при обработке пространственных поверхностей часто используют фасонную форму ИИП?
  11. Назовите использованную форму условия контакта при формообразовании профилирующей окружностью применительно к формообразованию плоской и пространственной фасонной поверхности.

12. Возможности формообразования отверстий в тонколистовой заготовке вращающимся пуансоном.
  13. Что обеспечивает постоянство осевой силы?
  14. Основные параметры отбортовки.
  15. Что влияет на параметры отбортовки?
  16. Причина имеющегося расхождения в размерах пуансона и полученного отверстия.
- 6
1. В каких случаях проводится аппроксимация теоретических профилей?
  2. Требования к аппроксимирующим линиям.
  3. Способы аппроксимации прямой линией.
  4. Необходимое условие при аппроксимации дугами двух окружностей.
  5. Возможности аппроксимации методом наименьших квадратов.
  6. Способы воспроизводства ИИП в конструкциях инструмента.
- 7
1. По каким критериям могут назначаться геометрические параметры режущего лезвия?
  2. Чем вызвана необходимость пересчета углов в различные секущие плоскости?
  3. Назовите способы определения взаимосвязи углов в различных секущих плоскостях.
  4. Сущность кинематического способа определения взаимосвязи углов в различных секущих плоскостях.
  5. Какие свойства векторных произведений используются при анализе геометрии режущего лезвия?
  6. Какие независимые угловые параметры характеризуют геометрию режущего лезвия резца с СМП?
  7. В какой плоскости лежит вектор, направленный по режущей кромке инструмента?
  8. Чем отличаются рассмотренные способы выполнения гнезда под СМП в державках инструмента?
  9. Почему при векторном анализе геометрии режущего лезвия используются, как правило, единичные векторы?
  10. Как можно повлиять на характер изменения переднего угла вдоль режущей кромки?
  11. Какие угловые параметры характеризуют заднюю поверхность зуба сверла и какие из них являются независимыми?
- 8
1. Какие участки режущего лезвия подвергаются наибольшему износу?
  2. Что характеризует нагрузку произвольной точки режущей кромки?
  3. За счет чего можно согласовать при профилировании инструмента условия формообразования и срезания припуска?
  4. Что такое свободные и связанные параметры инструмента?
  5. Виды подач в конструкциях инструмента.
  6. Что такое параметр и величина подачи?
  7. Назовите параметр подачи при круговом относительном движении инструмента и заготовки.
  8. Параметр подачи при зубодолблении.
  9. Определите величину подачи для протяжки с винтовым зубом.
  10. Как можно выровнять нагрузку вдоль режущей кромки сверла?
- 9
1. Назначение критериев оптимальности.
  2. Какие элементы технологической системы могут использоваться для оптимизации процесса резания?
  3. Определите углы контакта фрезы и зуба фрезы с заготовкой.
  4. Почему на операции раскроя желательна определенная ориентация опасного сечения фрезы?
  5. Что такое «двойное» резание зуба раскройной фрезы? Когда оно возникает?
  6. Что такое условие равномерности фрезерования?
  7. Почему условие равномерности не всегда выполнимо?

	<p>8. Почему при переменной периодической силе при фрезеровании возмущение технологической системы происходит в диапазоне частот?</p> <p>9. Назовите первую гармонику возмущения при фрезеровании.</p> <p>10. Какие параметры операции фрезерования определяют распределение энергии по частотному диапазону возмущения?</p> <p>11. Что такое разношаговость зубьев фрез?</p> <p>12. Что определяет разношаговость зубьев фрез в динамическом возмущении?</p> <p>13. Механизм действия разношаговости в подавлении колебаний технологической системы.</p> <p>14. Что происходит с величиной разношаговости с увеличением номера демпфируемой гармоники?</p> <p>15. Почему при оптимизации образующей гранной части протяжки достаточно ограничиться рассмотрением числа зубьев на гранной части протяжки?</p> <p>16. В каких случаях гиперболическая образующая эффективнее конической?</p>
Экзамен	<p><b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ</b> по дисциплине «Формообразование поверхностей и профилирование инструмента»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цель и задачи дисциплины. Взаимосвязь со смежными дисциплинами.</li> <li>2. Идеальный процесс формообразования. Номинальная поверхность детали.</li> <li>3. Понятие ИИП и её положение относительно поверхности детали.</li> <li>4. Способы контакта ИИП с номинальной поверхностью детали.</li> <li>5. Понятие цилиндрической и поверхности вращения. Их уравнения.</li> <li>6. Виды винтовых поверхностей в конструкциях инструмента.</li> <li>7. Способы задания поверхностей.</li> <li>8. Понятие и математическое определение огибающей семейства линий и поверхностей.</li> <li>9. Кинематический метод определения огибающей семейства линий. Условие и уравнение контакта профилей.</li> <li>10. Назначение и сущность преобразования систем координат.</li> <li>11. Определение огибающей поверхности при винтовом движении плоскости.</li> <li>12. Условия формообразования поверхностей.</li> <li>13. Определение диаметра цилиндрического круга при шлифовании конической поверхности.</li> <li>14. Определение диаметра шлифовального круга при заточке зубьев протяжек.</li> <li>15. Образование переходной кривой при фрезеровании прямобочного шлицевого вала червячной фрезой. Размеры переходной кривой и требуемой величины «усиков» зуба червячной фрезы.</li> <li>16. Понятие точки возврата.</li> <li>17. Сущность и виды задач профилирования.</li> <li>18. Причины многовариантности решения задач при профилировании.</li> <li>19. Кинематические схемы резания.</li> <li>20. Обеспечение вспомогательных задних углов на режущих лезвиях зубьев многогранных протяжек. Расчётная схема, взаимосвязь систем координат.</li> <li>21. Взаимосвязь образующих режущей части и вспомогательных поверхностей зубьев многогранной протяжки.</li> <li>22. Профилирование образующей режущей части гранной протяжки при принятой форме образующей вспомогательных поверхностей зубьев.</li> <li>23. Профилирование образующей вспомогательных поверхностей зубьев при принятой форме образующей режущей части протяжки.</li> <li>24. Методика и алгоритм профилирования дисковых фрез для формообразования винтовых поверхностей. Расчётная схема, взаимосвязь систем координат.</li> <li>25. Уравнение контакта при формообразовании винтовой поверхности дисковой фрезой.</li> <li>26. Способы установки дискового инструмента при обработке винтовых поверхностей. Сущность расчётной схемы взаимосвязи двух способов установки дискового инструмента.</li> </ol>

27. Определение параметров установки дисковых инструментов при обработке винтовой поверхности.
28. Определение радиуса кривизны винтовой поверхности и максимально допустимого диаметра дискового инструмента.
29. Сущность формообразования методом обката. Выбор систем координат и габаритных размеров обкаточного резца.
30. Определение профиля обкаточного резца.
31. Расчётная схема контрольной задачи при фрезеровании винтовой поверхности угловой фрезой. Взаимосвязь систем координат.
32. Уравнение контакта контрольной задачи при формообразовании винтовой поверхности угловой фрезой.
33. Формообразование винтовой поверхности детали торцом фрезы и её граничной окружностью (контрольная задача формообразования).
34. Формообразование винтовых, цилиндрических и поверхностей вращения торцовыми фрезами. Расчётная схема, взаимосвязь систем координат. Общее решение.
35. Формообразование сферы, торцовой и цилиндрической поверхности торцовой фрезой.
36. Анализ профиля цилиндрической поверхности, получаемой торцовой фрезой. Определение допустимой величины продольной подачи.
37. Формообразование фасонных профилей окружностью при сочетании двух поступательных движений.
38. Формообразование фасонных профилей окружностью при сочетании поступательного и вращательного движений.
39. Определение траектории инструмента при формообразовании пространственной поверхности фрезой со сферической режущей частью.
40. Превращение тела, ограниченного ИИП, в инструмент.
41. Сущность и назначение аппроксимации теоретических контуров. Аппроксимация отрезком касательной.
42. Аппроксимация дугой окружности по трём точкам, по двум точкам и углу наклона касательной в одной из них.
43. Аппроксимация дугами двух окружностей.
44. Аппроксимация дугой окружности методом наименьших квадратов.
45. Роль геометрии режущего лезвия в обеспечении работоспособности инструмента. Необходимость анализа углов режущего лезвия в различных секущих плоскостях.
46. Графический метод определения взаимосвязи углов режущего лезвия (на примере токарного резца).
47. Кинематический метод определения взаимосвязи углов режущего лезвия в различных секущих плоскостях.
48. Использование векторных произведений для определения угла между двумя векторами. Векторы, определяющие углы режущего лезвия.
49. Использование смешанного произведения векторов для получения плоской передней поверхности резца с дополнительной режущей кромкой.
50. Определение углов установки СМП в державке резца с использованием двух осей поворота.
51. Определение углов установки СМП в державке резца с использованием одной оси поворота.
52. Определение угла режущей кромки зуба спирального сверла.
53. Определение переднего угла режущего лезвия зуба спирального сверла в нормальной секущей плоскости: расчётная схема, исходная зависимость, направляющие векторы.
54. Получение и анализ зависимости величины переднего угла режущего лезвия зуба спирального сверла от его конструктивно-геометрических параметров.
55. Задний угол режущего лезвия зуба сверла в различных секущих плоскостях.
56. Задний угол режущего лезвия зуба спирального сверла с плоской задней поверхностью.
57. Износ режущего лезвия инструмента, причина неравномерного износа.

58. Функции режущей части инструмента и их обеспечение. Свободные и связанные параметры инструмента. Понятие реечного, дискового и червячного инструмента.

59. Конструктивная и кинематическая подачи. Параметр и величина подачи. Расчёт числа оборотов заготовки при круговой кинематической подаче.

60. Определение величины винтовой кинематической подачи. Величина конструктивной подачи протяжки с винтовым зубом.

61. Определение величины подачи при зубодолблении.

62. Сущность и эффективность оптимизации параметров инструмента.

63. Взаимосвязь конструктивно-геометрических параметров раскройных фрез: основные условия работоспособности инструмента, расчётная схема (площадь сечения срезаемого слоя, число одновременно работающих зубьев, углы контакта фрезы и зуба фрезы с заготовкой, углы входа и выхода зуба фрезы).

64. Определение общего выражения угла выхода зуба фрезы. Направление результирующей главной составляющей силы резания и рациональная ориентация опасного сечения.

65. Определение необходимого числа зубьев раскройной фрезы. Условие «двойного» резания зубом раскройной фрезы.

66. Понятие о равномерности фрезерования. Причины нарушения этого условия. Сущность динамических возмущений в технологических системах при фрезеровании.

67. Роль различного характера разношагости зубьев фрез на возмущающее воздействие технологической системы.

68. Расчёт величины «равномерной» разношагости зубьев фрез.

69. Оптимизация образующей режущей части гранных протяжек: сведение экономического критерия оптимальности к техническому и сравнение протяжек с прямолинейной и гиперболической образующими при отсутствии ограничений.

70. Ограничения на процесс протягивания и возможность снятия ограничения по силе протягивания при гиперболической образующей. Условие эффективности гиперболической образующей.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Шаламов, В. Г. Формообразование поверхностей и профилирование инструмента Текст учеб. пособие по направлению "Конструкт.-технол. обеспечение машиностр. пр-в" В. Г. Шаламов, П. В. Шаламов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология машиностроения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 240, [1] с. ил. электрон. версия
2. Радзевич, С. П. Формообразование сложных поверхностей на станках с ЧПУ. - Киев: Выща школа, 1991. - 192 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Вакурова, В. А. Повышение эффективности операции протягивания фасонных отверстий Дис. ... канд. техн. наук : Специальность 05.02.08 - Технология машиностроения; 05.03.01 - Процессы механической и физико-химической обработки, станки и инструмент Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола; Науч. рук. В. Г. Шаламов : ЮУрГУ. - Челябинск: Б. И., 1988. - 312,[22] с. ил.
2. Гаврилов, Ю. В. Аналитическое исследование формообразования винтовых канавок дисковыми инструментами Дис. ... канд. техн. наук ЧПИ им. Ленинского комсомола; ЮУрГУ. - Челябинск: Б. И., 1975. - 147 с. ил.

3. Сметанин, С. Д. Метод профилирующих окружностей при формообразовании винтовых поверхностей дисковым инструментом Текст Дис. ... канд. техн. наук : Специальность 05.03.01 - Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки С. Д. Сметанин ; науч. рук. В. Г. Шаламов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, ЮУрГУ. - Челябинск, 2008. - 172 с. ил.

4. Шаламов, П. В. Формообразование отверстий под резьбу вращающимся пуансоном в тонколистовых заготовках Текст дис. ... канд. техн. наук : специальность 05.02.07 - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки П. В. Шаламов ; науч. рук. В. И. Гузеев ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск, 2012. - 149, [4] с. ил.

5. Щуров, И. А. Теория расчета точности обработки и параметров мерных инструментов на основе дискретного твердотельного моделирования Дис. ... д-ра техн. наук : Специальность 05.02.08 - Технология машиностроения; 05.03.01 - Процессы механической и физико-технической обработки, станки и инструмент Юж.-Урал. гос. ун-т; Науч. консультант И. Я. Мирнов; ЮУрГУ. - Челябинск: Б. И., 1999. - 417 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. СТИН
2. Вестник машиностроения
3. Металлообработка
4. Технология машиностроения

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. По указанию руководителя аспиранта

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Шаламов, В.Г. Формообразование поверхностей и профилирование инструмента: учебное пособие / В.Г. Шаламов, П.В. Шаламов.-Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013.-241 с.	Электронный каталог ЮУрГУ	ЛокальнаяСеть / Свободный

### 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Microsoft-Windows(бессрочно)

### 3. Microsoft-Visual Studio(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Консультант Плюс(31.07.2017)
3. ООО "ГарантУралСервис"-Гарант(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	2 УМЦ (1)	Стенды, макеты, образцы инструмента