

Національний технічний університет  
«Харьковский политехнический институт»  
кафедра «ИТМ» им. М.Ф. Семко совместно с ПАО «СВЕТ ШАХТЕРА»

**«Розробка технологічного процесу  
виготовлення комплекту протяжок для  
виробництва шліцьового з'єднання з  
евольвентним профілем в умовах сучасного  
виробництва.»**



выполнил ст. Юхно В.В.  
руководитель доц. Мироненко  
А.Л.

Специальность – 131, прикладная механика.  
Специализация – 131.02 инструментальное  
производство

Презентация к докладу на защиту  
дипломного проекта специалиста.  
Харьков 2018

## **ЦЕЛЬ РАБОТЫ :**

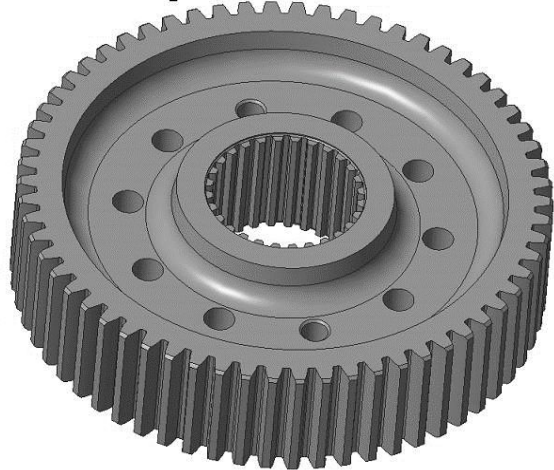
*Системный подход при создании моделей и конструкторско-технологической документации протяжек для обработки шлицевых соединений с эвольвентным профилем боковых поверхностей зубьев.*

## **РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ :**

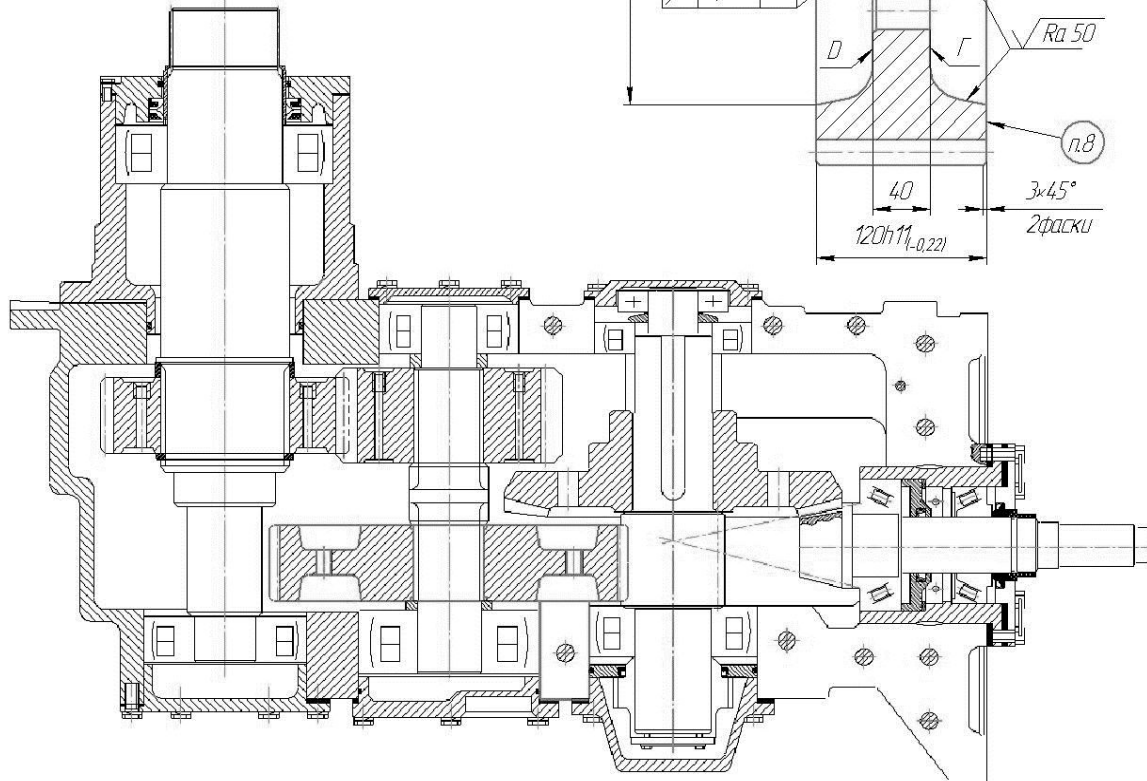
- *Создание математической модели сплайна на коническом основании с различными профилями впадин.*
- *Заменить ряд операций в базовом технологическом процессе связанных с формообразованием впадин между зубьями.*
- *Подготовить конструкторскую документацию основных инструментов и инструментов второго порядка.*

1050ИМ9-1111

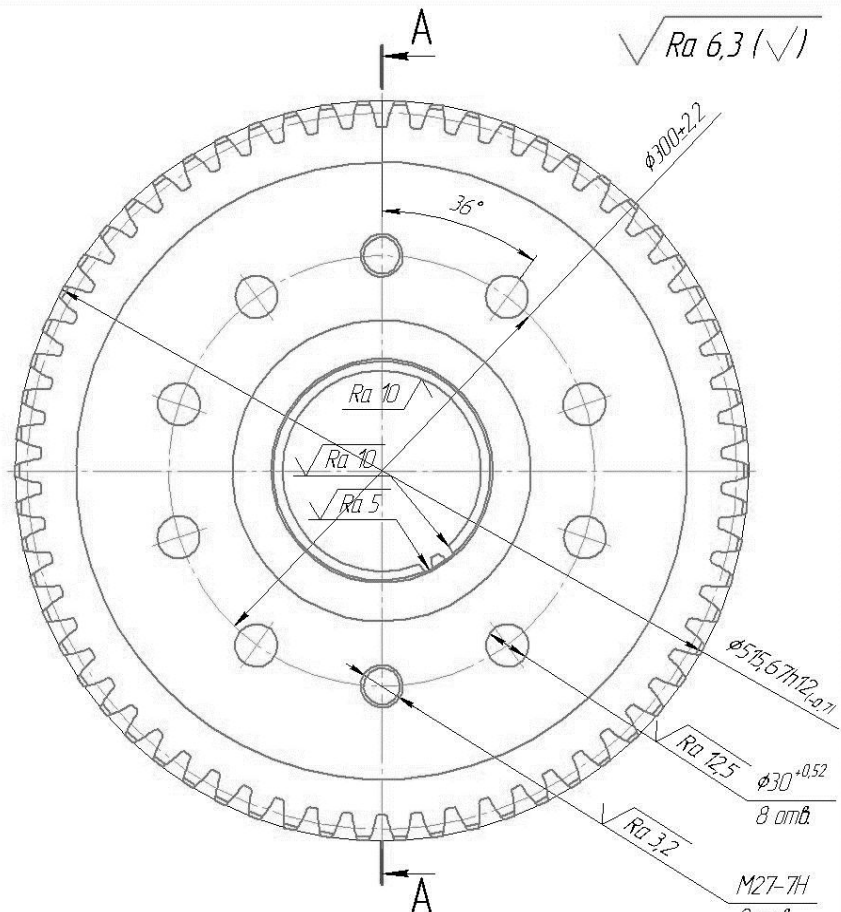
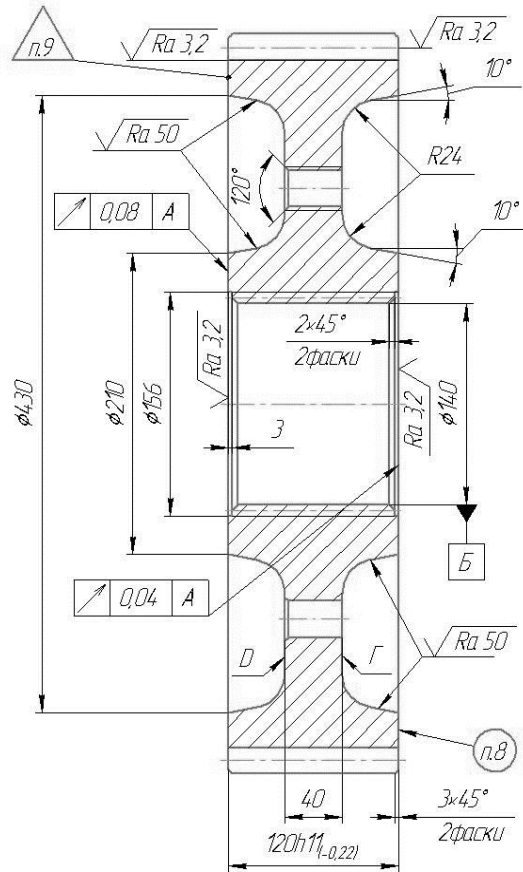
Параметрическая 3D модель  
зубчатого колеса



Редуктор цепного конвейера  
БПК-160



A-A



1 Поковка Гр2 НВ235...277 ГОСТ 8497-70.

2 Точность изготовления 2 кл.

3 Цементировать h11, h15 57...63HRC<sub>3</sub> сердцевина HRC<sub>3</sub> > 30.

4 Неуказанные предельные отклонения размеров H14, h14, ±IT14/2.

5 Предельные отклонения центрального угла между осями двух любых отверстий Б и В не более 2°.

6 Допускается диаметр отверстий В равным диаметру под резьбу Б.

7 Покрытие поверхностей Г и Д эмаль НЦ-132 красная VI, 6/1 НЦ-132к ГОСТ6631-74.

8 Маркировать обозначение детали и марку материала удобным способом или электрокарандашом.

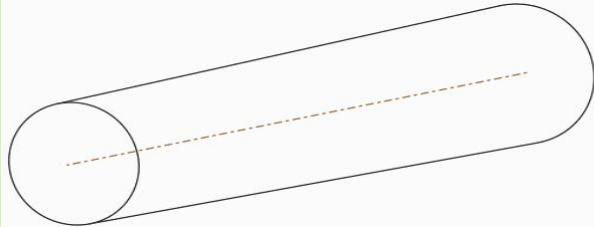
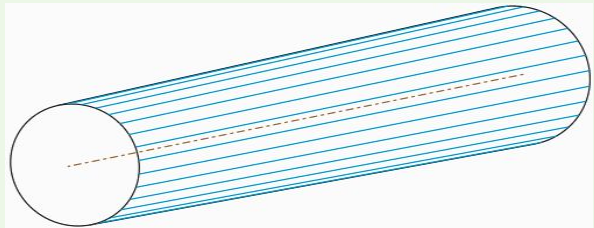



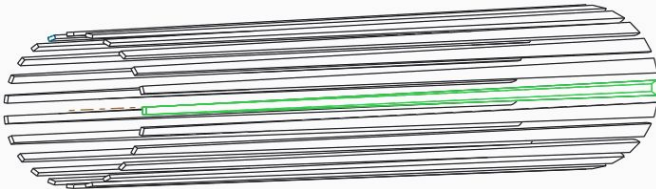
9 Клеить окончательную приемку ударным способом.

				МИТ-63мп.05.01			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Южно				0	125	
Проб.	Мироненко				Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.					Сталь 20Х2Н4А ДСТУ 7806-2015		
Чтв.	Шекетова				Формат А2		

Копировать

НТУ "ХП" код "ИТ" ИМ Ф.Сенко ЛАО "СВЕТ ШАХТЕРА"

# ЭТАПЫ ГЕНЕРАЦИИ КРУГЛОЙ ФАСОННОЙ ПРОТЯЖКИ НА БАЗЕ ТЕОРИИ

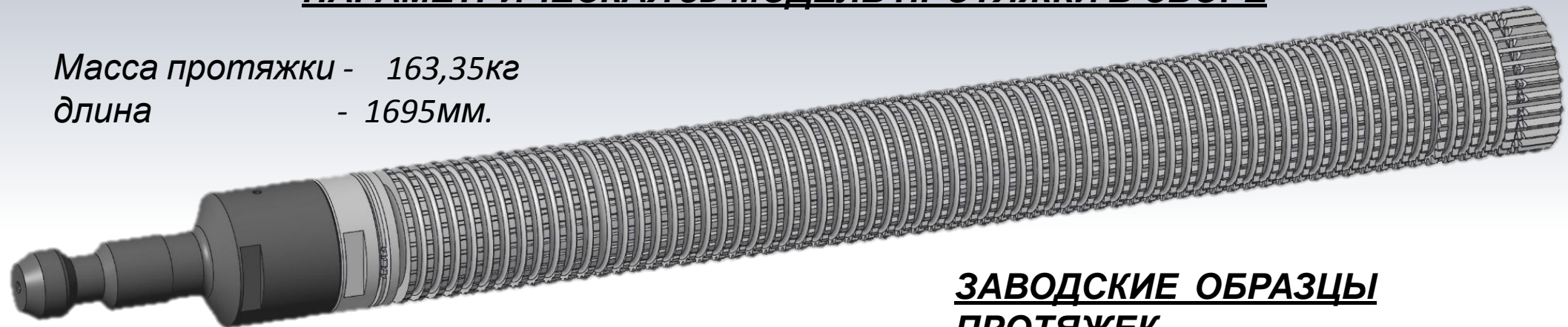
№ п/п	Описание этапа	Математическое описание	Графическая реализация
1	Описание конического основания	$B = \sqrt{u^2 - (R - r)^2}$	
2	Определение сплайна, как траекторию движения инструмента. Построение массива траекторий.	$x_1 = (R - u \sin \varepsilon) \cos \psi \sin \tau$ $y_1 = (R - u \sin \varepsilon) \sin \psi \cos \tau$ $z_1 = u \cos \varepsilon$	
3	Описание плоских геометрических фигур, соответствующих профилю инструмента второго порядка в нормальном сечении.	$x_3 = \frac{r_0}{\cos \alpha_x} \cos(\operatorname{tg} \alpha_x - \alpha_x + \alpha')$ $y_3 = \frac{r_0}{\cos \alpha_x} \sin(\operatorname{tg} \alpha_x - \alpha_x + \alpha')$ $z_3 = 0$	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Общее</b> Эвольвенты</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Частные</b> Наклонные</p>   <p>Параллельные</p>  </div> </div>
4	Создание инструментальной поверхности как кругового массива плавных переходов по ключевым сечениям.	$x_3 = \frac{r_0}{\cos \alpha_x} \cos(\operatorname{tg} \alpha_x - \alpha_x + \alpha')$ $y_3 = \frac{r_0}{\cos \alpha_x} \sin(\operatorname{tg} \alpha_x - \alpha_x + \alpha')$ $z_3 = u \cos \varepsilon$	

**Булева операция вычитания из результата этапа 1 этапа 4 даст искомый профиль протяжки**

# **ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА РАЗРАБОТКИ** **ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ 3D МОДЕЛЬ ПРОТЯЖКИ В СБОРЕ**

Масса протяжки - 163,35кг

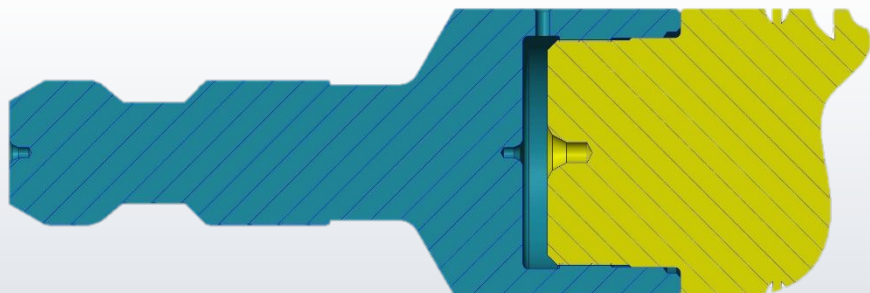
длина - 1695мм.



**ЗАВОДСКИЕ ОБРАЗЦЫ**  
**ПРОТЯЖЕК**

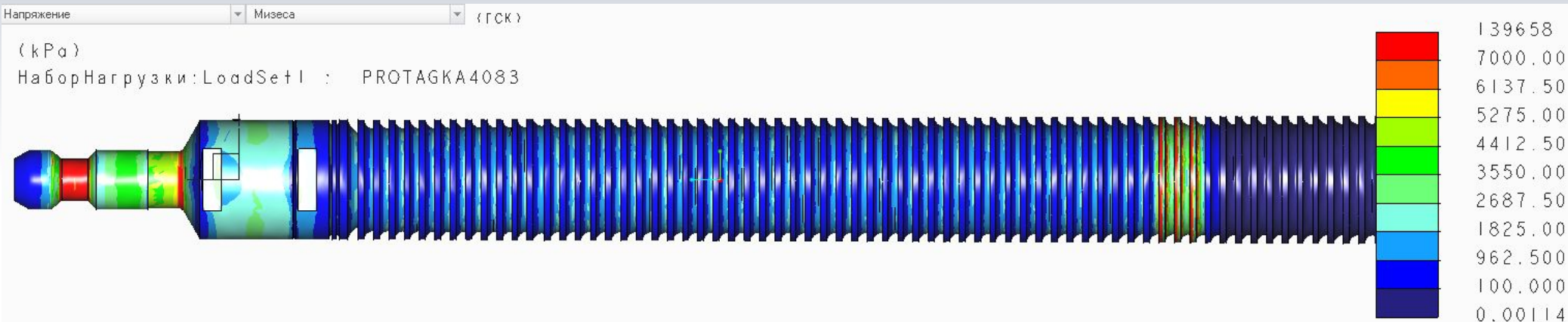


**АНАЛИЗ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ**  
**ПОВЕРХНОСТЕЙ**  
**ХВОСТОВИКА И ПРОТЯЖКИ**

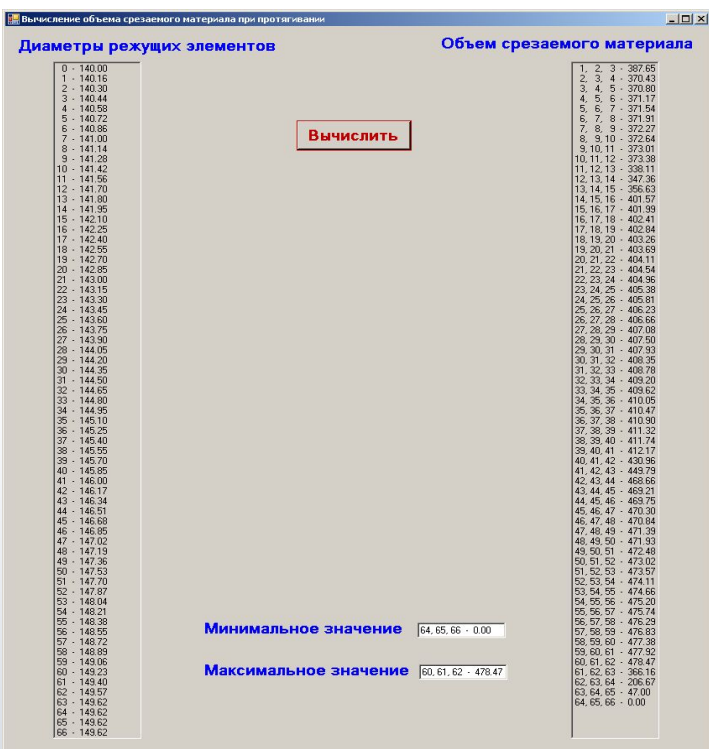


# ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОТЯЖКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МКЭ

Расчет напряжений в конструктивных элементах протяжки: в стружечных контейнерах, шейке хвостовика и резьбовом соединении.



Программное обеспечение для расчета максимального припуска.



## ВЫВОДЫ:

1. Максимальная удаляемая площадь детали составляет  $478.47 \text{ мм}^2$  и расположена на участке зубьев 60-61-62.
2. Максимальное напряжение  $1.397 \cdot 10^5 \text{ кПа}$ , деформация  $3.472 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$  наблюдается на режущей кромке зуба №60, что приведет к его притуплению.
3. Опасное напряжение  $0.384 \cdot 10^5 \text{ кПа}$  возникает на кромках перехода от цилиндрического к коническим участкам хвостовика. Деформация достигает  $1.485 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$ . На этих переходах следует выполнить скругление.
4. На резьбовом участке значения напряжений и деформации далеки от предельных



Номер операции	Содержание операции	Операционный эскиз	Оборудование
005	Відрізка заготовки		Тиски. Лещата
010	Проточування торців		Центрувальний верстат МР76
015	Перебірка і правка		Прес
020	Обточування шийки під юнет		Токарно-гвинтарізний верстат 1А62
020	Попереднє обточування		Токарно-гвинтарізний верстат 1А62
025	Контроль		Прес
030	Обточування		Токарно-гвинтарізний верстат 1А62
030	Обточування		Токарно-гвинтарізний верстат 1А62
035	Обточування конусів		Токарно-гвинтарізний верстат 1Б516
040	Нарізка зубів		Токарно-гвинтарізний верстат 1А62 С ЧПУ

Номер операции	Содержание операции	Операционный эскиз	Оборудование
045	Свердління і фрезерування		Вертикально-фрезерний верстат 6Р12
050	Фрезування зубів		Вертикально-фрезерний верстат 6Р12
055	Термообробка		ТЦ
060	Шліфування		Верстат для заточування протяжок 360М
065	Шліфування		Універсальний круглошліфувальний верстат 3512
070	Шліфування		Універсальний круглошліфувальний верстат 3512
075	Шліфування		Універсальний круглошліфувальний верстат 3512

Лист 1 з 1

Стор. №

Лист і дата

Інв. № дріл

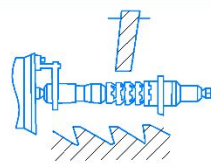
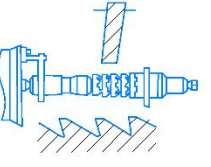



Важ. інв. №

Лист і дата

Інв. № дріл

				МІТ-63мп.05.05		
Вид	Лист	№ дріл	Лист	Дата	Модернізна технологія виготовлення шлицьової протяжки	
Резерв	Важ.	Міраження			Лист	Масштаб
Проб.					1	
Ткант.					Лист	Листів 1
Нкантр.					НТЧ "ХПІ"	
Чит.	Шекавої				каф. "ІТМ" ім. М.Ф. Сежко	
					ПАО "СВЕТ ШАХТЕРА"	
					Формат А2	



Номер операции	Содержание операции	Операционный эскиз	Оборудование
080	Шліфування		Універсальний круглошліфувальний верстат 3512
085	Шліфування		Універсальний круглошліфувальний верстат 3512
090	Шліфування		Шліцешліфувальний верстат 3622
095	Шліфування		Шліцешліфувальний верстат 3622
100	Шліфування		Напівавтомат для шліфування В3-89

Лист 1

Лист 2

Лист 3

Лист 4

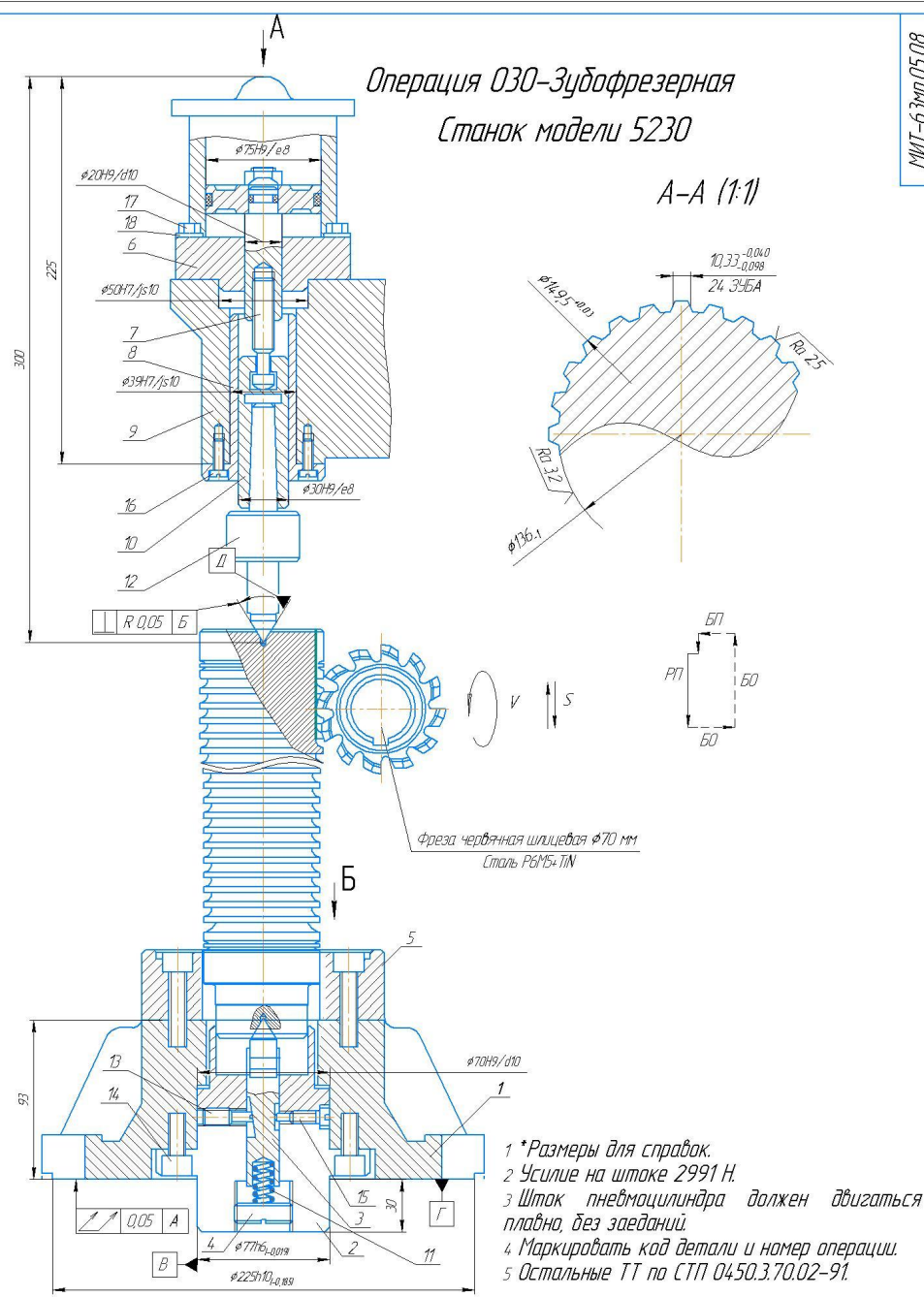
Лист 5

Лист 6

Лист 7

				МІТ-63м.05.06		
Відп.	Лист	№ інж.м.	Підп.	Дата	Лист	Масштаб
Розроб.		Воло			1	
Проб.		Мироненко				
Техніч.					Лист	Листов 1
Начинт.					НТЧ "ХПІ"	
Читв.		Шежковий			каф. "ІТМ" ім. М.Ф. Сажко	
					ПАО "СВЕТ ШАХТЕРА"	
					Формат А2	

# КАРТА НАЛАДКИ НА ЧЕРНОВУЮ ЗУБОФРЕЗЕРНУЮ ОПЕРАЦИЮ

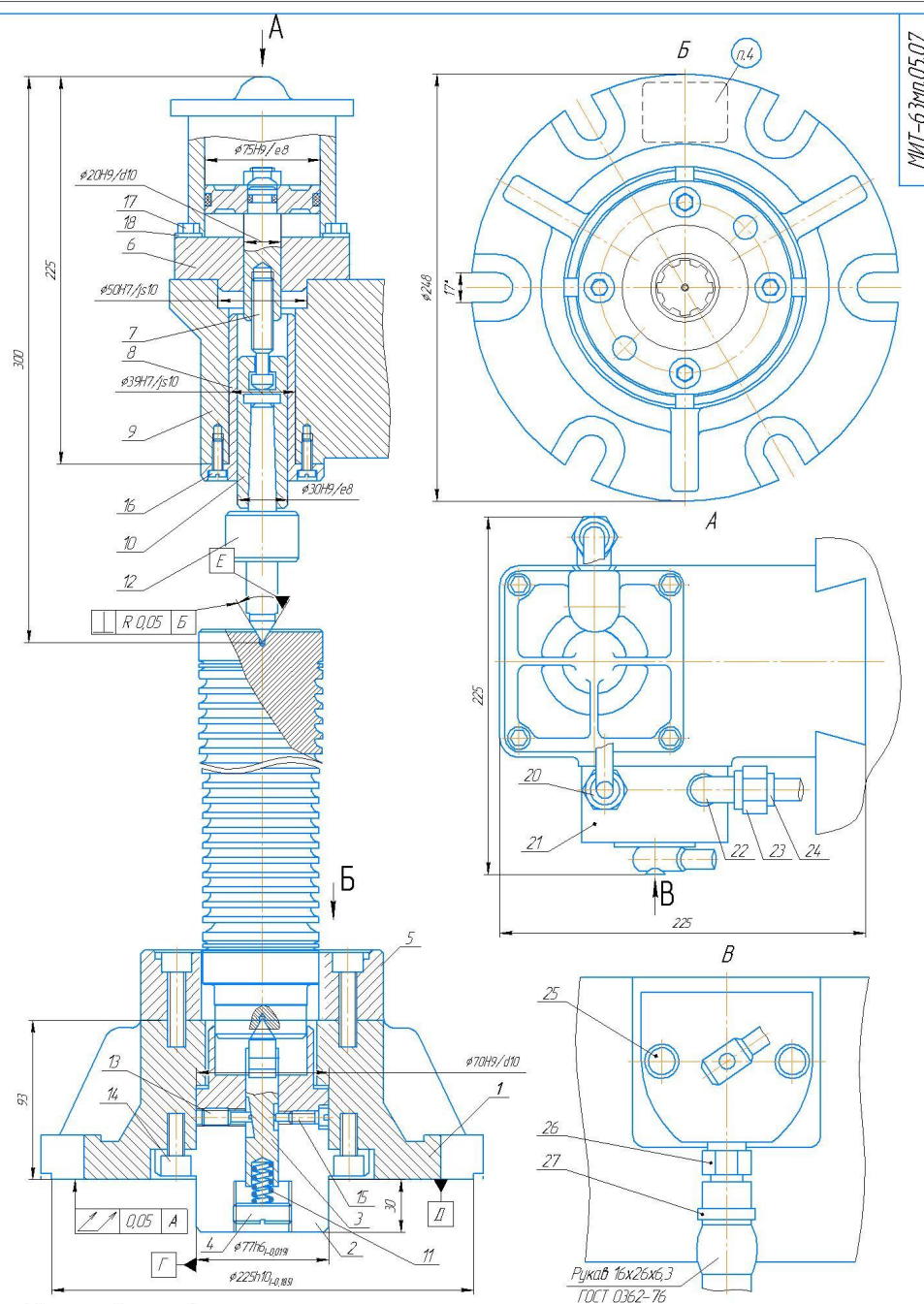


МИТ-63мп.05.08

Лист 1 из 1  
Сторона №  
Лист 1 из 1  
Сторона №

				МИТ-63мп.05.08				
Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Приспособление зубофрезерное	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Провер.	Технолог.	Инженер	Дата		№	г	1:2
Исполнитель	Утверд.	Шеф-сборки				Лист	Листов	1
					ИТЭС "ХИМ" каф. ИТМ им. М.Ф. Сенико Чернышев А.Э.			

# СТАНОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ЧЕРНОВОГО И ЧИСТОВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ



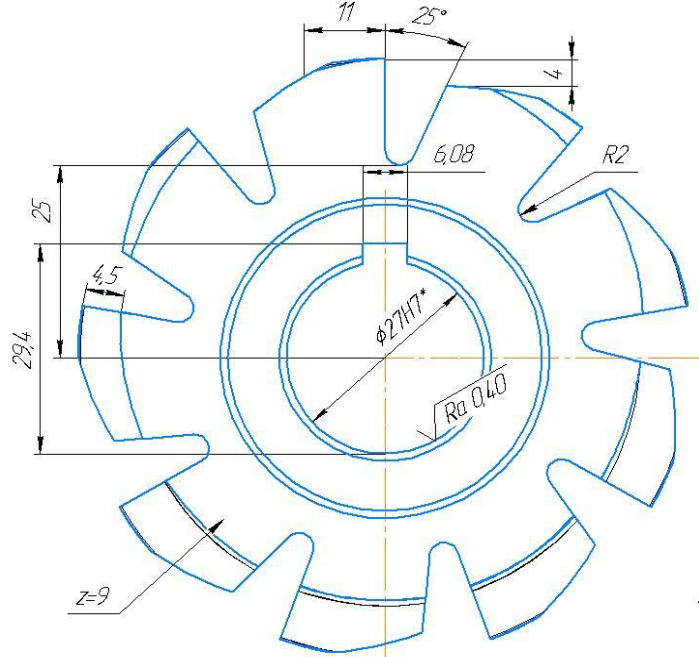
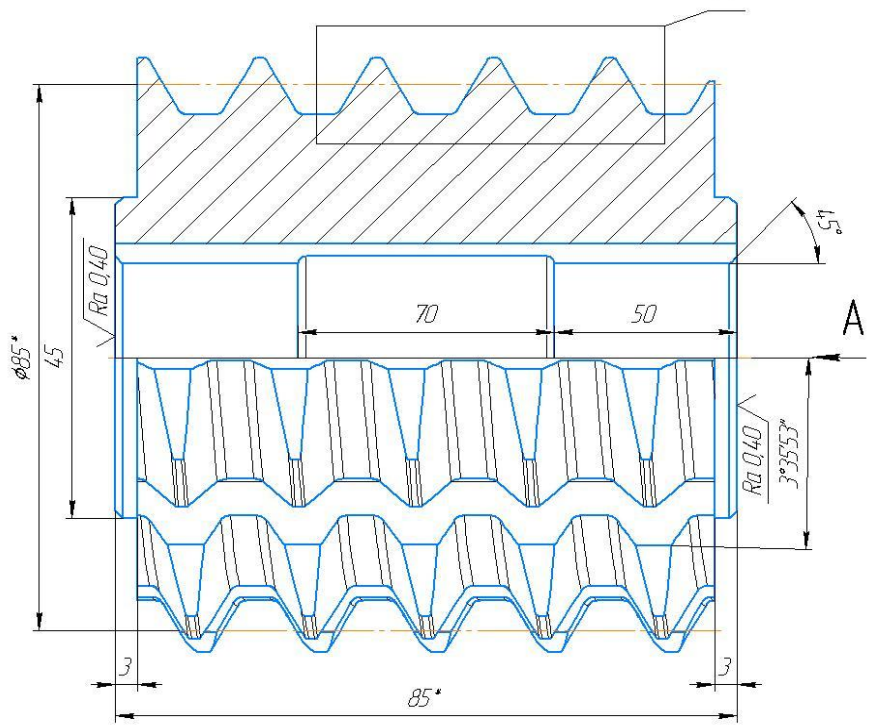
- 1 \*Размеры для справок.
- 2 Усилие на штоке 2991 Н.
- 3 Шток пневмоцилиндра должен двигаться плавно, без заеданий.
- 4 Маркировать код детали и номер операции.
- 5 Остальные ТТ по СТП 0450.3.70.02-91.

МИТ-63мп.05.07				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Изд.	В	г	1:2
Разраб.	Вино		Дата	Лист	С	1
Проф.	Муромова			Лист	Листов	
Техникр.						
Инженер						
Улит	Шежкова					

Копирован

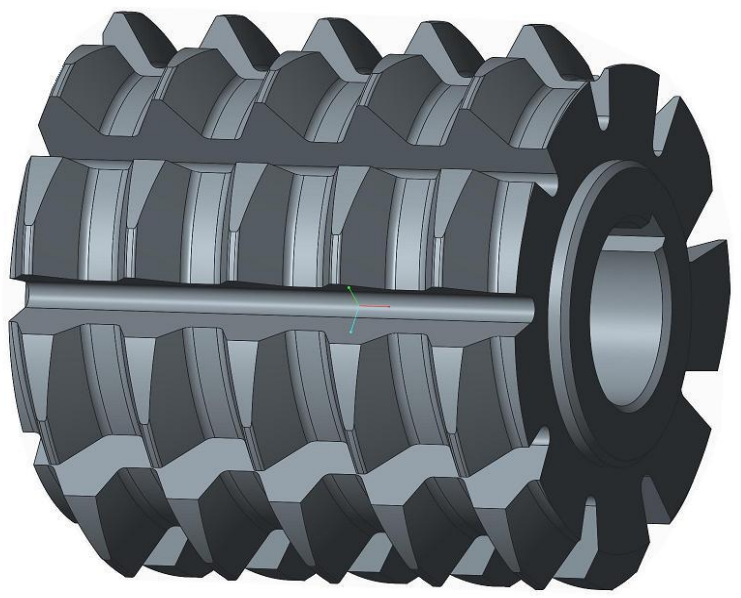
Лист 1 из 1  
Страна: РФ  
Дата: 05.07.2017  
Имя: М.В.Вино

# ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНСТРУМЕНТА И ЧАСТНЫЕ РЕШЕНИЯ

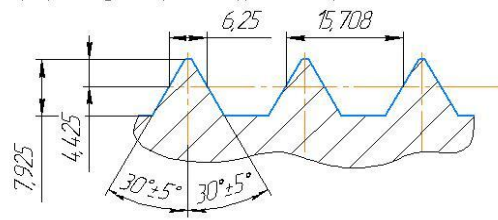


модуль	m	7,85
угол профиля исходного контура		30°
число заходов	n	1
направление витков фрезы		правое
шаг по оси	P	15,708
угол подъема витка		3°35'53"
направление стружечной канавки		левое

- Допуск на осевой шаг  $\pm 0,03$   
на суммарную ошибку 5 шаг  $\pm 0,03$   
на осевой длине фрезы  $-0,03$   
по диаметру буртиков  $-0,02$   
по торцам  $0,02$   
не равномерн. окружн. шага  $0,04$
- Допуск на отклонение половины угла профиля зуба  $10^\circ$   
на радиальн. передней грани  $\%$   
в сторону поднутрения  $4^\circ$
- Конусность и овальность отв. не должны выходить за пределы допуска на отверстие

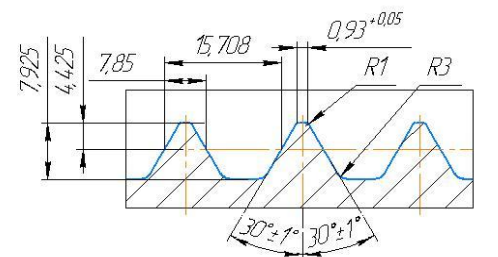


**Б**  
Профиль зуба черновой фрезы в нормальном сечении



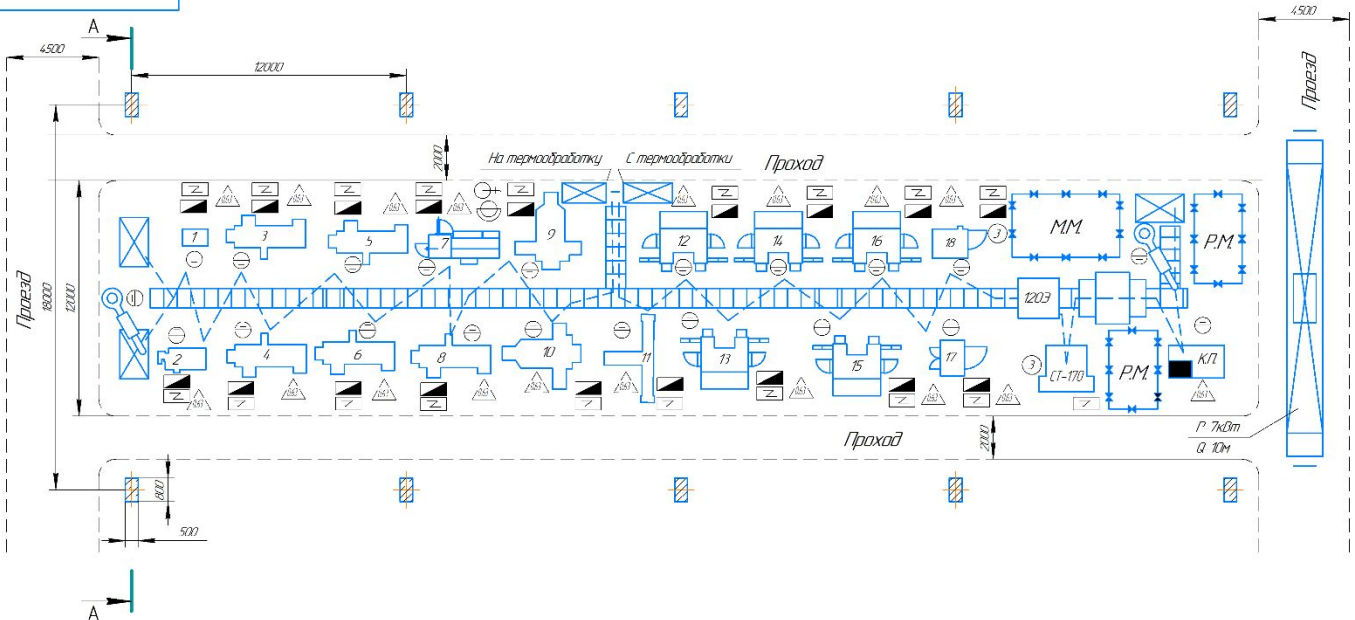
- 62.66 HRC
- \*Размеры для справок.
- Радиальное биение буртиков не более 0.008 мм.
- Торцовое биение буртиков не более 0.006 мм.
- Радиальное биение по вершинам зубьев не более 0.04 мм.
- Отклонение направления стружечных канавок не более 40 мм на длине рабочей части фрезы.
- Отклонение толщины зуба не более 0.05 мм.
- Черновую фрезу изготовить путем перешлифовки зубьев чистой 2520-4032.
- Маркировать: знак завода-изготовителя, материал, рабочие размеры.

**Б**  
Профиль зуба чистой фрезы в нормальном сечении



				<b>МТ-63м.05.09</b>			
Изм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Комплект червячных фрез (черновая/чистовая)	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Южно				2,09	2:1	
Проект	Мироненко				Лист	Листов	1
Т.контр.				Сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73	НТУ ХТМ кар. ХТМ им. М.Ф. Сажко ОАО ХМЗ "Свет Шахтера"		
Н.контр.				Утв. Шелковой	Формат А2		
				Копировал			

01.5013M9-1MM

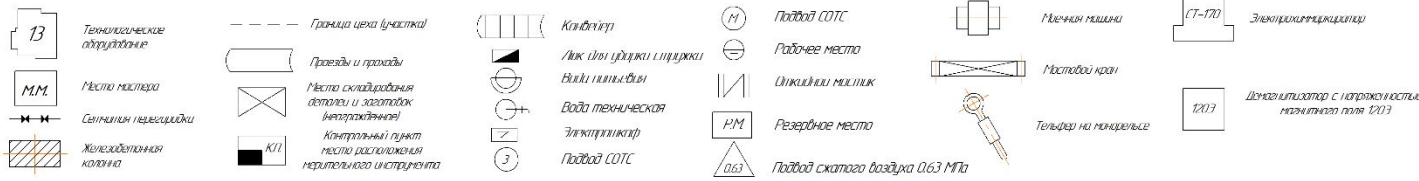


Данні отримані при плануванні участку

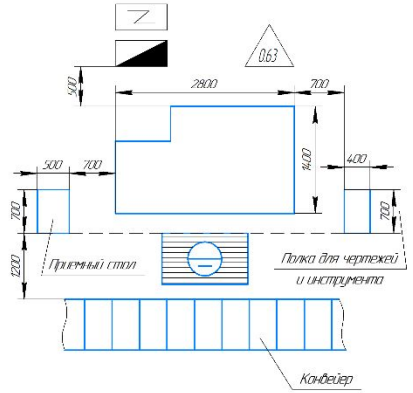
Длина участка, м	48
Ширина участка, м	18
Производственная площадь участка, м <sup>2</sup>	576
Удельная площадь на один станок, м <sup>2</sup>	28,8
Количество производственных рабочих чел	20
Объем квалификации рабочих чел	28
Количество станков на участке шт	18
Средний коэффициент загрузки	0,758

Перед. пр. №  
Стр. №  
Лист и дата  
Лист и дата  
Лист и дата  
Лист и дата

Условные обозначения, принятые на схеме



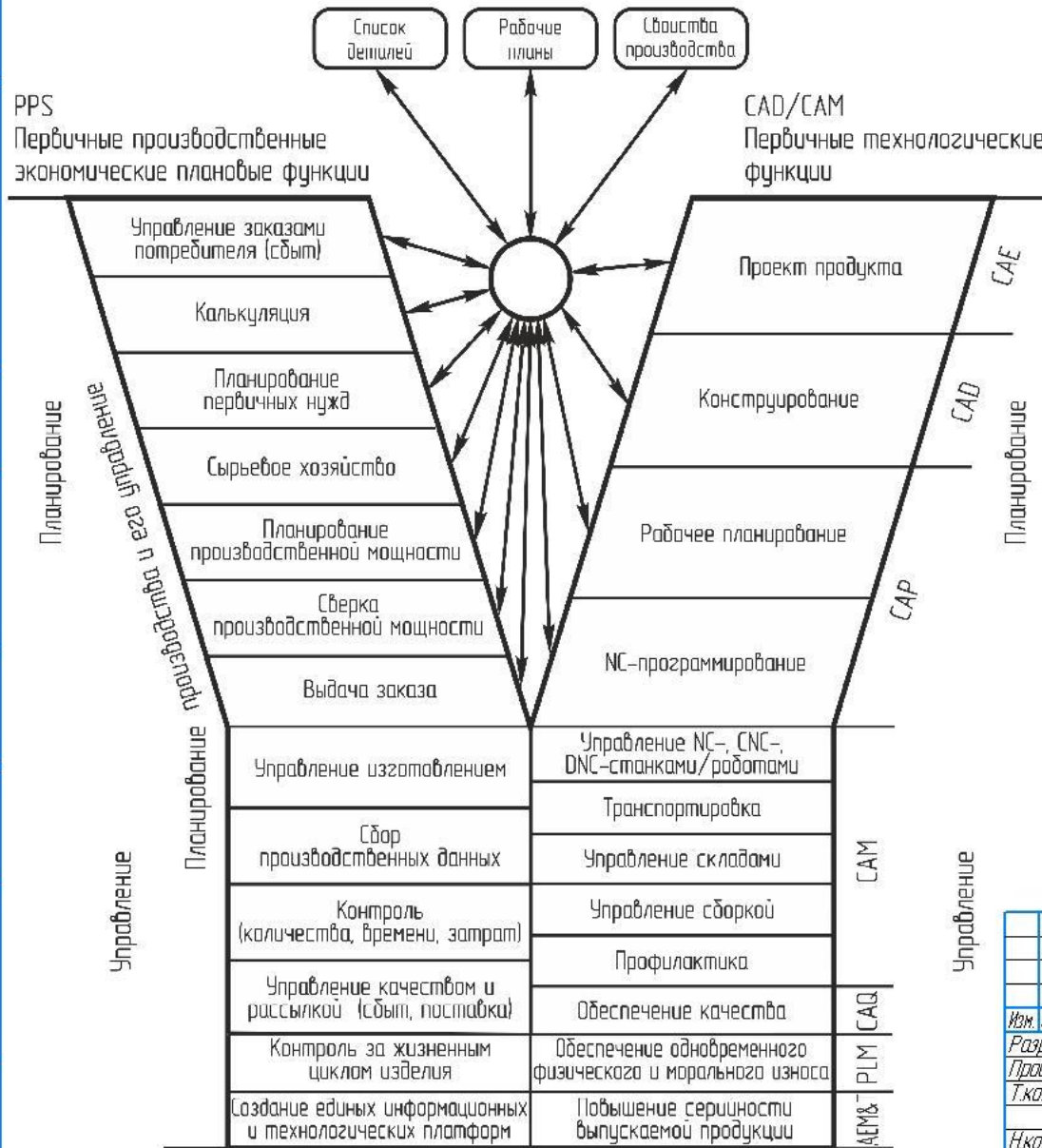
Организация рабочего места оператора универсального круглошлифовального станка 3Б12 (150)



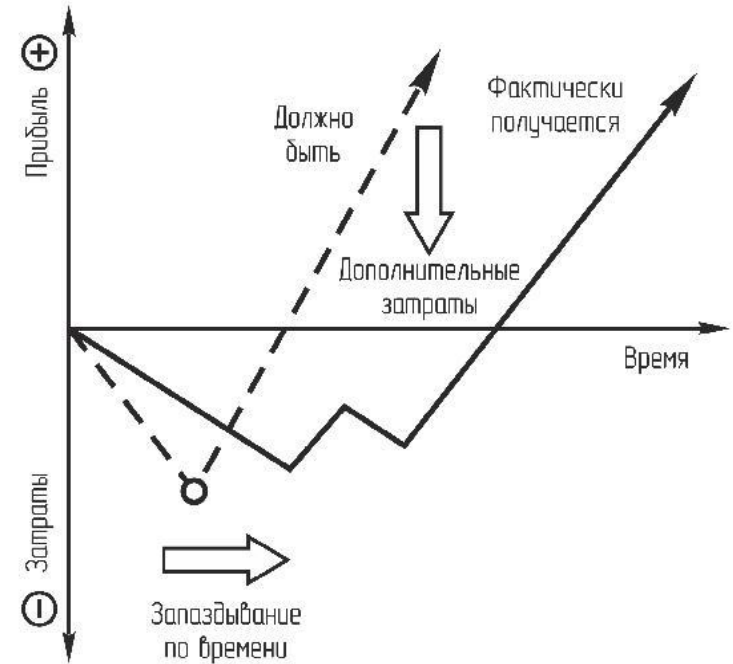
				ММТ-63м.05.10			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Авт.	Мелл.	Миллией
Разр.	Юно						1:100
Проб.	Муренко						
Т.контр.					Лист	Листов	1
И.контр.					НТУ 'ХПМ'		
Унв.	Шежовий				код: 'ИТМ' им. М.Ф. Сечка		
					ОАО ХМЗ - Світ Шахтера		
					Формат А2		

Котирован

## Функции компьютеризированного производства



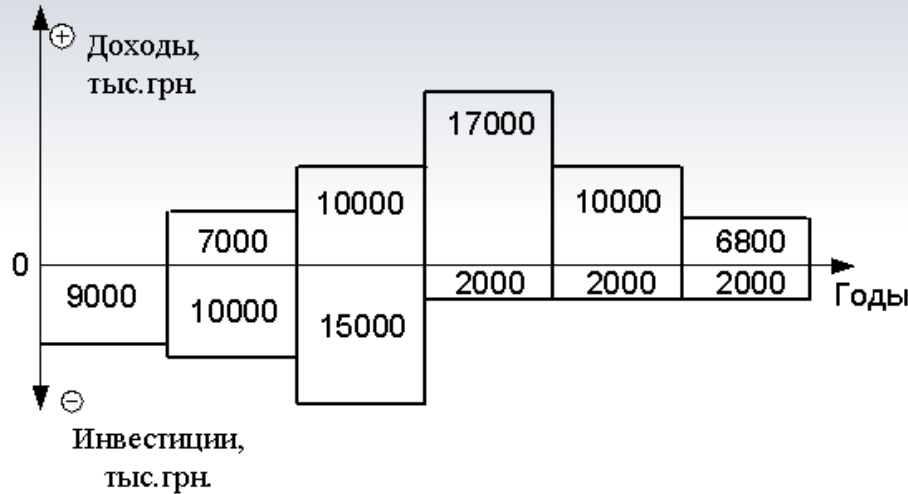
## Затраты и прибыль при реализации CIM



				<b>ИИТ-63мп.05.11</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Основы высоких технологий. (Взаимосвязи элементов интегрированного производства.)	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.	Южно							1:1
Проб.	Мироненко					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.	Шелжабой							

# ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

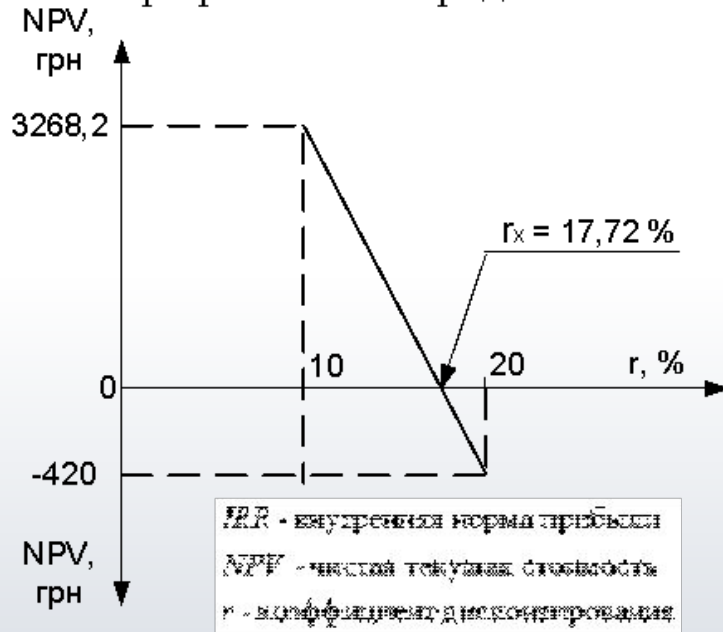
План инвестиций и доходов



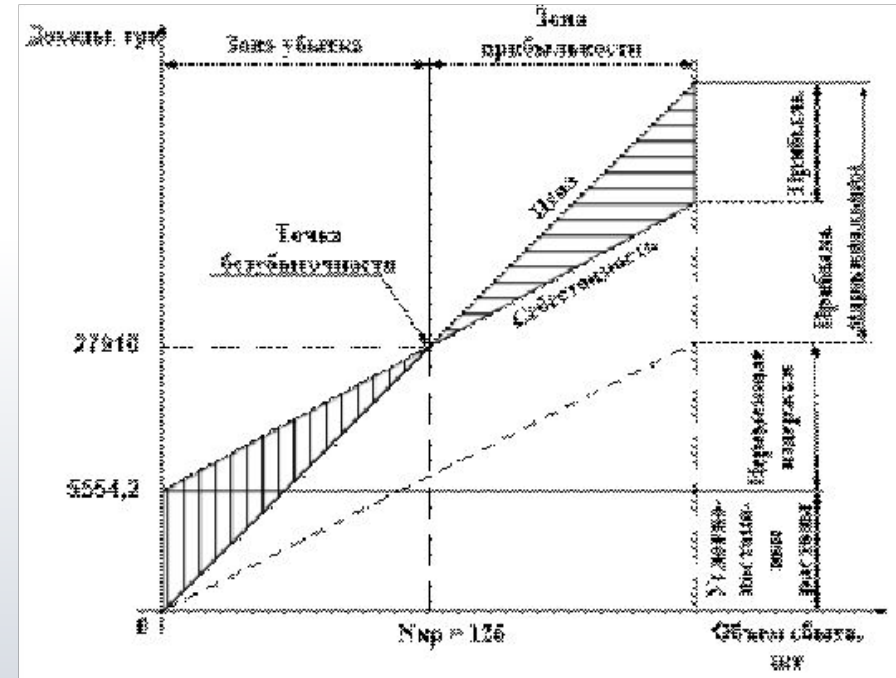
Конечный результат финансового анализа инновационного проекта

Чистая текущая стоимость (NPV), тыс. грн.	3268,2
Сопоставление выгоды/затраты (В/С)	1,27
Внутренняя норма прибыли (IRR), %	17,72
Срок окупаемости, лет	6

Графическое определение IRR



Определение точки безубыточности проекта



## ***ВЫВОДЫ :***

- ***На базе математического аппарата созданы параметрические модели инструментов с гибким изменением формообразующих параметров.***
- ***Повышен уровень автоматизации при создании документации.***
- ***За счет предлагаемых изменений предполагается достигнуть экономический эффект.***