МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



МЕХАНИКО-МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ Кафедра технологии горного машиностроения

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ Методические указания к практическим занятиям

> для студентов по направлению подготовки 6.050502 Инженерная механика

> > Днепропетровск ГВУЗ «НГУ» 2012

Компьютерные системы в технологическом проектировании. Методические указания к практическим занятиям студентов по направлению підготовки 6. 050502 Инженерная механика. – Автор:Н.С.Бохан, – Д.: ГВУЗ «Национальный горный университет», 2012. – с.

Автор: Н.С. Бохан, асс.

Утверждено к изданию редакционным советом ГВУЗ «НГУ» (протокол № _ от __.__.20__) по рекомендации методической коммисии по направлению подготовки 6.050502 Инженерная механика (протокол № __ от __.__.20__).

Методические материалы предназначены для выполнения практических работ студентов по направлению подготовки 6.050502 Инженерная механика и для самостоятельной работи во время подготовки к модульному контролю по результатам практических работ по выборочной дисциплине «Компьютерные системы в технологическом проектировании».

Задача даннях методических указаний – оказати помощь при написании программ обработки деталей для станков с ЧПУ - DELCAM (PowerMILL).

Ответственный за выпуск заведующий кафедры технологи горного машиностроения, д-р техн. наук, проф. Р.П. Дидык.

СОДЕРЖАНИЕ

Практическое занятие №1	3
Импортирование геометрии из CAD системы	3
Задание на обработку	5
Создание системы координат	5
Задание габаритов заготовки	9
Анализ модели	11
Создание инструмента	12
Черновая траектория обработки	13
Безопасные высоты	19
Создание подводов	20
Режимы резания	22
Проверка зарезов	23
Создание инструмента	24
Создание границы	26
Создание чистовой траектории	28
Траектория доработки	32
Сверление отверстий	39
Создание NC файла	44
Практическое занятие №2	

Замена модели	49
Исправление траекторий	50
Обработка подвнутренний	56
Ограничение обработки	58

Практическое занятие №1

Импортирование геометрии из САД системы

Для импортирования модели нажмите Файл



В открывшемся меню выберите импорт модели

Открыть Проект Открыть Проект (Чтение) Закрыть Проект	Ctrl+O	
Сохранить Проект Сохранить Проект как Сохранить Окружение	Ctrl+S	
Импорт Модели		
Экспорт Модели		
Примеры		
Предварительный просмотр		
Печать	Ctrl+P	
Последние Проекты		۲
Последние Модели		۲
Удалить выбранные Удалить Все	Ctrl+D	
Выход		

Откройте файл mill.x_b



Как вы видите, импортировать модели можно из многих форматов.

Для того чтобы двигаться дальше нам надо научится:

Крутить деталь – для этого нажмите среднюю кнопку мышки и, не отпуская её, подвигайте мышкой.

Перемещать деталь- нажмите на клавиатуре кнопку Shift + среднюю кнопку мышки и не отпуская их подвигайте мышкой.

Масштабировать деталь - нажмите кнопку на клавиатуре Ctrl + среднюю кнопку мышки и, не отпуская их, подвигайте мышкой вверх или вниз.

Задание на обработку

Для начала мы условимся, что заготовка для данной детали будет выполнена размером 45 х 100 х 150. Габарит мы не делаем. Наша задача сделать карман и просверлить отверстия под центрирующие втулки.

Из инструмента мы имеем:

- фреза D20 плоская;
- фреза D10 шаровая с R5;
- фреза D4 шаровая с R2;
- сверло D12.

Создание системы координат

Нам нужно задать систему координат (нули детали).

Для этого в проводнике PowerMILL выберите СК детали и щелкните по ней правой кнопкой мышки в появившемся меню выберите создать СК детали.



Появится окно

🛃 СК Детали		? ×
Им	19 1	
Активная СК Детал	и	•
Покаж нсфоровать копи	и Г	Ориентировать
Координаты X 0.0	y 0.0	z 0.0
Переместить 🔆 🎋 🗲	Расстоя	ание 0.0
Повернуть	ز	угол 0.0
		19 (PI
I	Принять	

Созданная система координат будет соответствовать глобальной системе координат, той в которой была создана деталь.

В данном случае система координат расположена в углу детали

Давайте перенесем её в центр детали по X и Y, а Z зададим от верха.

Модель имеет размер 150*100*45. Она расположена 150мм по Х, 100мм по У и 45мм

по Z

Нам нужно передвинуть систему координат на (мм): 75 по Х -50 по Y 45 по Z Сначала давайте подвинем по оси Х.

Для этого в поле Расстояние введите число 75 и нажмите иконку

ổ СК Детали	<u>? ×</u>
Имя 1	
Активная СК Детали 🗌	•
Покажи 🗹 нсфоровать копию 🗔	Ориентировать –
Координаты X 75.0 Y (0.0 z 0.0
Переместить	Расстояние 75.0
Повернуть	угол 0.0
	~
1	Тринять

Система координат переместится.

Проделайте тоже для осей Y и Z. Подвиньте Y на -50мм и Z на 45мм В результате этих операций вы увидите, что изменились эти три значения: При желании эти значения можно забить прямо здесь.

🕳 СК Детали		<u>?</u> ×
и	мя 1	
Активная СК Дета	ли	•
Покаж нсфоровать копи	ки 🔽	Ориентировать
Координаты X 75.0	y -50.0	z 45.0
Переместить 🔆 🏠 🔁	Расстоя	ние -50.0
Повернуть	X	/гол 0.0
	Принять	

Закройте это окно. Для этого нажмите принять.

Если всё сделано правильно, то модель на экране будет иметь такой вид:



Обратите внимание, что система координат подсвечена серым – это значит что она не активна. Активной на данный момент является глобальная система координат. Вы можете иметь несколько неактивных СК. Активной может быть только одна система координат. Она выделяется красным цветом.

Для того чтобы сделать её активной, нужно щелкнуть по ней два раза левой кнопкой мышки.

🔆 - неактивная 🔆 - активная

Лампочка перед значком переключает между режимами скрыть/высветить

Сделайте созданную систему координат активной.

Теперь давайте отредактируем, уже созданную систему координат. Повернем её на 90 градусов вокруг оси Z. Для этого в проводнике PowerMILL выберем созданную нами систему координат. В меню правой кнопки выберем **правка** \ **СК детали**



Внимание: поворот производится вокруг активной системы координат. Откроется уже знакомое нам окно. В поле **угол** вводим 90 и нажимам иконку вокруг Z

🥳 СК Детали	<u>? ×</u>
Имя 1	
Активная СК Детали 1	•
Покажи 🔽 нсфоровать копию 🔲	Ориентировать
Координаты х 0.0 у 0.0	z 0.0
Переместить Ж 🎋 🏞 Расс	стояние -50.0
Повернуть	Угол 90.0
	9
Принять	,

Если всё правильно, то на экране вы увидите такое расположение осей:



Систему координат можно редактировать пока вы не создали по ней траекторий. После этого она блокируется. Если вы хотите поменять привязки программы, то их можно поменять при создании NC файла (см. дальше).

Задание габаритов заготовки

Для создания траектории обработки нужно обязательно задать заготовку. Для этого нажмите иконку **Заготовка**.



Появится окно, в котором вы можете задать размеры заготовки. Размер задаётся относительно активной системы координат. Заготовку можно создать по границе, импортированной модели и т.д. В данном случае мы создадим заготовку **блок**. Этот параметр стоит по умолчанию.

🕳 Заготовка	<u>?×</u>
Задает Блок	- 2000
Ограничения	
Min X 0.0	Max X 150.0
Min Y -100.0	Max Y 0.0
Min Z 0.0	Max Z 45.0
	<u>© ,</u>
Параметры цилиндра	
Хцентра 75.0	Радиус 90.13878
Y центра -50.0	<u>C-</u>
Оценить размер	
Допуск 0.1	Тип Модель 💌
Припуск 0.0	Вычислить
Покажи 🗖	Прозрачность —
Принять	Отмена

Если вы нажмете кнопку **Вычислить**, то размеры заготовки посчитаются автоматически по максимальным точкам модели

В случае если вы выберите одну или несколько поверхностей на модели и после этого нажмете **Вычислить**, то размер заготовки посчитается по максимальным точкам выбранной поверхности.

Траектория будет рассчитываться только для той области, где есть заготовка (есть материал, который надо снимать) Это дает возможность использовать заготовку для ограничения траекторий.

В данном случае не выбирая модель, или выбрав её всю, нажмите Вычислить. В поле Ограничения мы получим следующие значения:

🚭 Заготовка	<u>?</u> ×
Задает Блок	
Ограничения	
Min X -50.0	Max X 50.0
Min Y -75.0	Мах Ү 75.0
Min Z -45.0	Max Z 0.0
	<u></u>
Параметры цилиндра	
Х центра 0.0	Радиус 90.13876
У центра 0.0	0-3
Оценить размер	
Допуск 0.1	Тип Модель 💌
Припуск 0.0	Вычислить
Покажи 🗖	
Принять	Отмена

Нажмите кнопку Принять.

Свою заготовку можно задавать для каждой траектории

Чтобы высветить или скрыть заготовку используйте иконку Заготовка.



Анализ модели

Для анализа мы можем воспользоваться функциями многоцветной закраски. Это дает возможность быстро оценить - имеет модель уклоны или нет, посмотреть радиуса и т.д.



В окне, которое откроется при нажатии иконки Измерить, можно также найти полезные инструменты.

Измерение радиусов, линий и т.д.



Например, дугу для измерения надо задать по трем точкам, нажимая левой кнопкой мышки точки на модель.

Создание инструмента

Нашим первым инструментом будет фреза D20. Для её создания в проводнике PowerMILL выберите Инструменты и нажмите правую кнопку мышки. В меню правой кнопки мыши выберите Создать инструмент/концевая.



Откроется окно Концевая фреза



В поле имя мы напишем d20r0

В поле длина укажем 100

В поле диаметр 20

В поле **N инструмента** 1 (его номер в барабане при смене инструмента) Хвостовик и патрон мы не будем задавать. Это мы проделаем позже с фрезой d4

Того что мы задали вполне достаточно.

Черновая траектория обработки

В предыдущих пунктах мы создали систему координат и инструмент. Убедитесь, что они активны.

Заготовка создавалась при активной СК

Т.к. при создании заготовки мы не указывали припуск (т.е. он был равен 0) наша заготовка равна модели. Её отличие только в месте формообразующей и отверстий под втулки. Отверстия под втулки имеют диаметр 12мм, поэтому фреза диаметром 20мм в них не залезет.

Из всего этого следует, что мы можем не задавать границы.

Для создания любой траектории надо выбрать иконку стратегии обработки



Выберите **3D выборка / выборка смещением 3Dмодель**

🙀 Новая Траектория	? ×
2.5D Выборка (3D Выборка) Моноколеса Сверление Избранн	юе Чистовая Каналы
Выборка Смещением 3D Модель Выборка Погружением	
🥪 Выборка По Профилю 3D Модель 😻 Выборка Растром 3D Модель	Просмотр
	Выберите иконку, чтобы посмотреть стратегию
	ОК. Отмена

Здесь мы устанавливаем параметры обработки.

Значения параметров объяснять не буду, они все говорят за себя, просто установите их также, как на рисунке, и нажмите кнопку **Выполнить**.

20 5	Имя 1
Инструмент	Врезание на слой
	Тип Вертикально 💌Опции
Точности	Подвод снаружи 🗹
Допуск 0.1	Отверстия
Припуск	Шарлон
	2D Modens holes
War	
# 10 Шаг 15.0	Высокоскоростная обработка (HSM)
War no Z	Сглаживание профиля
Автоматичес 💌 2.0	Радиус углов (ДФ)
Учет Плоскостей Слой	
Направление Попутное 💌	
Граница	
	Трохоида Нет 💌
Ограничить Центр фрезы 💌	10 % –
Обрезка Внутри границы 💌	
Обход профиля	
Когда После 💌	
Направление Попутное	Искать материал толще чем 10.0
П Финишный проход	Перекрытие 0.0
На каждой Z 🚽 Припуск. 1.0	ГГ Использовать предыдущие Высоты —
Фильтр	
Фильтр Меньше чем 💌	
Порог (ДФ) 2.0	юрядок ХҮ
Только с наклонным врезанием 🔽	Тип Модель 💌
Ось Фрезы	Направление Изнутри 💌
Ось Фрезы Вертикально 🎊	редпочтение Минимизировать пробег
	l versen i di i i

Когда компьютер закончит считать, нажмите Отмена чтобы закрыть это окно.

Мы получили такую траекторию:



Если вы внимательно посмотрите, то в «ушах» формообразующей увидите сегменты траектории, которые мы уберем (можно пересчитать программу с другими значениями допуска, припуска, шага и т.д., а можно и так оставить).



В панели инструментов Траектория выберите Упорядочить траекторию



В данном окне вы можете удалять сегменты траектории, изменять их направление, и порядок.

😚 По	рядо	к обработки			?
SC	#	Начальная точка	Конечная точка	Длина	Точки
S.	0	-3.14, -7.16, -1.88	29.46, -17.36, -1.88	512.11	132
	1	-3.08, -7.12, -3.77	29.43, -17.36, -3.77	511.23	130
_	2	-2.92, -6.96, -5.65	29.40, -17.41, -5.65	509.23	141
	3	-2.51, -6.57, -7.54	29.36, -17.84, -7.54	502.47	143
$\overline{\nabla}$	4	-3.36, -6.48, -9.42	29.33, -18.38, -9.42	440.97	141
Ť	5	1.20, -4.66, -11.42	29.30, -16.87, -11.42	429.45	107
$\mathbf{\Sigma}$	6	11.64, 9.64, -13.42	-17.62, 24.27, -13.42	342.96	36
	7	14.23, -3.98, -15.42	29.23, 12.44, -15.42	332.07	14
\mathbf{X}	8	5.27, 9.19, -17.42	-24.57, 24.19, -17.42	341.72	15
	9	12.53, -5.94, -19.42	27.53, 10.47, -19.42	301.12	17
	10	10.00, 42.89, -9.42	10.00, 42.89, -9.42	14.67	5
	41	-9.90, -48.88, -9.42	-9.90, -48.88, -9.42	14.66	5
洄					
	•				

Когда вы выбираете проход в этом окне, в графической части проход подсвечивается желтым.

Удалите эти два сегмента. Для этого надо их выбрать (можно это делать в графическом окне или в окне порядок обработки) и нажать иконку

Можно закрыть это окно. Для этого нажмите крестик в правом верхнем углу. Мы получили такую траекторию:



Теперь давайте изменим имя этой траектории. Назовем мы её по номеру и имени фрезы 1_d20r0



Безопасные высоты

Теперь давайте зададим безопасные высоты. Для этого нажмите иконку **Безопасные** высоты



В открывшемся окне выберите сначала Установить по заготовке, и после этого Применить к траектории.

😴 Безопасные высоты 🤶 🔀
Абсолютные высоты Безопасная Область Плоскость 💌
Нормаль I 0.0 J 0.0 K 1.0 Безопасная Z 10.0
Начальная Z 5.0
Применить к Траектории
Высоты в приращениях Тип высот Абсолютные 💌
Безопасная Z 5.0 Z Врезания 5.0
Принять Отмена

При этом у нас установятся значения: Безопасная Z 10 Начальная Z 5 На нашей траектории: Красным пунктиром - быстрые хода Голубым цветом – подводы Зеленые – рабочие хода

Начальная и конечная точки.

Давайте посмотрим настройки точки начала и окончания программы.

Менять мы ничего не будем. Настройки по умолчанию нас вполне устраивают.

Нажмите иконку Начальная и конечная точки (Она рядом с безопасные высоты)

🙀 Начальная и Конечная точки ? 🗙				
Начальная точка Конечная точка				
5				
Метод				
По Центр Заготовки на В 💌				
Задать Ось Инструмента 🥅				
Подходить вдоль Ось Фрезы				
Расстояние подхода 5.0				
Координаты х 0.0 у 0.0 z 10.0				
Ось Фрезы I 0.0 J 0.0 К 1.0				
Применить Начальную Точку				
Выполнить Принять Отмена				

По умолчанию стоит параметр «Центр заготовки на безопасной высоте».

То есть инструмент сначала сделает шаг по Z, потом по X и Y в центр заготовки (при условии правильной настройки постпроцессора).

В нашем случае это будет выглядеть так: Z10 X0 Y0 Далее пойдет текст программы...

Внимание этот параметр нужно выбирать очень внимательно. Например, при указании метода первая точка фреза из положения, в котором станок стоит перед включением программы по прямой сразу пойдет в первую точку траектории.

Создание подводов

Теперь давайте создадим подводы. Для этого нажмите на иконку Подводы и переходы.



В открывшемся окне выберите Подводы.

1й вариант выберите **наклонно**. Уберите галочку **Проверка зарезов** (их мы проверим позже). Нажмите иконку **наклонно**

🕳 Подводы и Пере	ходы				? ×
Последний Отвод		Продления	1	Переходы	1
Высоты	Первый Подв	од Подв	од	Отвод	<u>į</u>
1й вариант Нак	лонно	2й вариант	Нет		•
Pa	сстояние 0.0		Рассто	оли о.о	
	Угол 0.0			Угол 0.0	
	Радиус 0.0		Pa	вдиус 0.0	
0.0 Перекрыт	че (ДФ)	(н	аклонно	
🔽 Разрешить пер	енос точки входа				
🔽 Добавить коро	тким переходам				
🗖 🔽 Добавлять при	резком изменении ()си ————	-		
Пороговый угол 90.0					
🔲 Проверка заре:	30B				
Копировать в О	твод Копир	овать из Отвода	Приме	нить Подвод	ы
Выполнить Принять Отмена					

В открывшемся окне установите параметры как на рисунке и нажмите Принять

🥳 Параметры Врезания 🛛 🤶 🗙
1й вариант 2й вариант
Угол врезания 1.0
Врезание Дуга 💌
Только у замкнутых 🗖
Диаметр спирали (ДФ) 0.95
Высота подвода
Тип Врезание прирац 🔻
Высота 0.5
Длина врезания
Задать Длина (ДФ) 2.0
ГУгол отвода
Заданный 🔽 Угол отвода 0.0
Продлять 🗔
ДФ = Диаметров Фрезы
Принять Отмена

Теперь мы вернулись в окно подводы и переходы поочередно нажмите кнопки Выполнить и Принять.

Теперь мы видим на экране нашу траекторию с подводами.



Режимы резания

Для задания режимов резанья выберите иконку Режимы резания.



Откроется окно:

Режимы резания	<u>?</u> ,
Свойства Траектории Траектория: 1_d20r0	Свойства Инструмента Фреза
Тип Черновая	Диаметр
Операция	Количество кромок
Общие	Вылет
Свойства Инструмента/Материала	Режмы резания
Скорость резания Vc	Скорость шпинделя
Подача на зуб Fz	Рабочая Подача
Осевой шаг Ар	Подача Врезания
Радиальный шаг Ае	Ускоренная Подача 3000.0 мм/мин
🗖 Рабочий диаметр	1
Глубина резания Наклон поверхности 0.0 мм 0.0	Охлаждение Нет
Поправка на вылет	
Сброс Выполнить	Принять Отмена

Здесь задавайте параметры в зависимости от вашего станка. Траектория готова. Нам осталось проверить её на зарезы.

Проверка зарезов

Для проверки траектории на зарезы выберите траекторию 1_d20r0. Нажмите на ней правой кнопкой мыши и в меню правой кнопки выберите **Проверить/траектория**



В появившемся окне в поле Проверять поставьте Зарезы и нажмите Выполнить

💏 Проверка столкновений 🛛 🔹 🗙						
Проверять Зарезы 💌						
Анализировать Модели						
Проверять Все						
Разбить Траекторию						
Упорядочить						
Разбивать сегменты						
Перекрытие 0.0						
Минимальная длина 0.0						
Запас Шпинделя 600.0						
Опции столкновения с Патроном/Хвостовиком						
Заместить Инструмент						
Зазор Хвостовика 0.0						
Зазор Патрона 0.0						
Вычислить глубину столкновения Изменить вылет 🔽						
Показать опасные участки 🔽						

Если все нормально, то появится окошко с надписью «**Траектория не зарезает**». Нажмите **ОК**. В окне **Проверка столкновений** нажмите **Принять**. Оно закроется.

С первой траекторией мы закончили.

Создание инструмента

В меню правой кнопки мыши выберите Создать инструмент/шаровая



Задайте указанные параметры и нажмите Закрыть.

🕳 Сферическая фреза	<u>? ×</u>
Кромка Хвостовик Патрон Режимы Описание	
Имя d10r5	Сборка Инструмента
Длина 45.0 10.0 Диаметр Статус Корректный инструмент	
No.инструмента 2 Количество кромок 4	
Закрыть	

Создание границы

Для чистовой траектории мы используем границу.

Выберите поверхность как показано на рисунке. Для этого щелкните по ней левой кнопкой мыши. Границы выбранной поверхности выделены желтым цветом.



Для создания границы в проводнике PowerMILL выберем Границы. Нажмем на ней правой кнопкой мыши и выберем Создать границу/произвольная



	Произвольная Граница	
	Вставка Вставка Вставить Файл 彦	
В появившемся окне	Граница	
нажмите иконку Мо- дель, затем кнопку	Траектория	Используя
принять.	Эскиз	ки, скройте модель.
	Создать Контур 📩 Моделирование 🔬	8
	Точность Модели 0.1 Модел	
	Правка	O
		×
	Выполнить Принять Отмена	

Выберите ненужные нам сегменты границы (выделенные сегменты становятся желты-ми). Нажмите кнопку **delete** на клавиатуре.



У нас останется только нужный нам сегмент границы.



Создание чистовой траектории

Перед созданием чистовой траектории убедитесь, что активна наша система координат и фреза d10r5

Выбираем иконку **стратегии обработки** Выбираем **Чистовая/3D Смещением**

🕳 Новая Траектория		<u>?</u> ×
2.5D Выборка 3D Выборка Мо	ноколеса Сверление Избранно	ре (Чистовая) Каналы
() 3D Смещением) С постоянной Z	🔀 По Шаблону 型 По Профилю	
🚽 🛃 Угол Продольный	솋 Проекция Кривой	Просмотр
Угол Автоматический	🙅 Проекция Линии	
Угол Многопроходный	🍲 Проекция Плоскости	
Угол Однопроходный	🍢 Проекция Точки	
Угол Поперечный	🎲 Проекция Поверхности	
Вс Обрезка Диском	Радиально	
По встроенной кривой	Растр	
Mежслойная Z	Плоскости Растром	
Плоскости Смещением	🙋 4х осевая	
Оптимизированная Z	Спираль	
О Параметрическое Смещение	🖑 Обработка Поверхности	
	Þ	
		ОК Отмена

В окне 3D смещением выбираем все как на рисунке.

🚰 3D Смещением	<u>? ×</u>
	Имя 2_d10r5
Инструмент	Спираль
Точности Допуск 0.025	Шаблон
Припуск	Начинать на Шаблоне Попутное
War 0.3 🔨	
Граница Граница I Обрезка Внутри границы I	
Подводы и Переходы Подвод Нет	
Отвод Нет	
Короткие перех. По поверхности	
Длинные перех. Обе в приращениях	
Ось Фрезы	
Ось Фрезы Вертикально	
Просмото	
выполнить Принять	о Отмена

Допуск и шаг выбирайте в зависимости от требований, предъявляемых к точности и чистоте поверхности.

Обратите внимание, что в поле **граница** мы выбрали нашу созданную границу и указали обрезку внутри границы.

В поле Имя задайте 2_d10r5

Нажмите Выполнить.

Траектория начинается на границе и по спирали, с шагом 0,3мм будет сходиться к центру.

Если вы внимательно посмотрите, то увидите что подводы выполнены по спирали. Это настройки подводов из предыдущей траектории.



Давайте изменим эти настройки. Откройте окно подводы и переходы.

Посмотрите вкладки Подвод, Отвод, Первый подвод, Последний отвод, Продления и поставьте везде НЕТ.

🕳 Подводы и Переходы	<u>?</u> ×				
Последний Отвод Продления	Переходы				
Высоты Первый Подвод Подво	од Отвод				
1й вариант Нет 2й вариант	Нет				
Расстояние 0.0	Расстояние 0.0				
Угол 0.0	Угол 0.0				
Радиус 0.0	Радиус 0.0				
0.0 Перекрытие (ДФ)	Наклонно,				
🔽 Разрешить перенос точки входа					
🔽 Добавить коротким переходам					
🔽 Добавлять при резком изменении Оси	-				
Пороговый угол 90.0					
🗖 Проверка зарезов					
Копировать в Отвод Копировать из Отвода	Применить Подводы				
Выполнить Принять Отмена					

Теперь перейдите по вкладке **Переходы** и установите такие параметры. Нажмите **Выполнить**, и чтобы закрыть это окно – **Принять**.

🥳 Подводы и Пере	≅ходы				? ×
Высоты	Первый	Подвод	Подво,	д	Отвод
Последний (Отвод	Продле	ения		Переходы
Поро	г Длиный/Корс	ткий 0.5	Коротки	е По по	верхности 💌
Движения Подхо,	да и Отхода —		Длинны	е Обе в	» приращениях 💌)
Вд	оль Ось Фре	зы	Текущи	й Безог	асный 💌
🔽 Продлять ав	томатически -		1		
Mał	симальная длі	ина 250.0			
	расстояние от:	кода 0.0]		
P	асстояние под	хода 0.0			
Сгладить Уско	оренные перем	ещения ——			
	Радиус дуги (ДФ) 0.25]		
🔲 Проверка заре	30B				
				Примен	нить Переходы
	Выполнить	Принять	Отме	на	

Мы получили такую траекторию



Теперь надо задать режимы резанья.

При желании вы можете поменять для этой траектории начальную и конечную точку и безопасные высоты.

Также нужно проверять все траектории на зарезы.

Внимание! Почти все параметры при расчете траектории (заготовка, безопасные высоты и т.д.) берутся из последней активной программы.

Траектория доработки

Доработку мы будем выполнять шаровой фрезой D4 Создаём фрезу. Для этого можно использовать иконку в нижнем левом углу Это другой способ для её создания. Какой удобней - решать Вам.

	Щ		
	U	Создать Шаровую фрезу	
	M		
	\bigtriangledown		
	U		
	♥		
	割		Y 4
	₹		
	鬰		
1	*		
	Ť	▼ 1	è 🗄
1	٤	- 💦 1	- -
	оздат	гь Шаровую фрезу	

В появившемся окне выбираем настройки как на картинке.

Как вы видите, длинна режущей части всего 5мм. Диаметр хвостовика мы зададим 8мм. Фреза явно не пройдет у боковых стенок. Мы умышленно создадим столкновение.

🕰 Сферическая фреза	? >
Кромка Хвостовик Патрон Режимы Описание	
Имя d4r2 Геометрия Длина 5.0 4.0 Диаметр Статус Корректный инструмент No.инструмента 3 Количество кромок 4	Сборка Инструмента
Закрыть	

Переходим к вкладке Хвостовик.

📆 Сферическая фреза		<u>? ×</u>		
Кромка Хвостовик Патрон Режимы Описание				
Компоненты	+ ₿%\$\$\$\$\$ ⊡	Сборка Инструмента		
	Размеры Верхний диаметр 8.0			
	Нижний диаметр 4.0			
	Длина заточки 5.0			
	Длина хвостовика 5.0			
	Закрыть			

Нажмите Добавить новый компонент хвостовика и задайте параметры как на картинке.

Еще раз нажмите Добавить новый компонент хвостовика и задайте параметры как на картинке.

🕳 Сферическая фре	за		<u>?</u> ×
Кромка Хвостовик	Патрон Режимы Описание		
Компоненты	Размеры Верхний диаметр 8.0 Нижний диаметр 8.0 Длина 60.0 Длина 5.0 Длина хвостовика 65.0	Сборка Инструмента	
Закрыть			

	?
Кромка Хвостовик Патрон Режимы Описание	
Компоненты Имя Патрона 1 Размеры Верхний диаметр 60.0 Нижний диаметр 60.0 Длина 25.0 Игнорировать Вылет 50.0 Общая длина 75.0	

Нажмите Закрыть

на

Перейдите

картинке.

вкладку **Патрон**. Нажмите на иконку **Добавить но**вый компонент патрона и задайте параметры как на

Вариантов выполнения доработки много (угол многопроходный, угол автоматический и т.д.). Но для того чтобы показать, насколько универсальны траектории в PowerMILL, используется уже известная нам траектория 3D смещения.

Для этого мы создадим границу. В меню правой кнопки мыши выберем

Создать границу/доработка





В открывшемся окне зададим параметры как на рисунке.

Обратите внимание, что мы задаем инструмент и предыдущая фреза (та за которой мы делаем доработку). Мы можем ограничить зону, в которой мы создаем границу (в данном случае мы ограничиваем границей 1)

Нажимаем Выполнить и ждем, пока посчитает-ся граница

Мы получаем вот такой результат:



Теперь создадим траекторию Выбираем **стратегии обработки/чистовая/3D смещением** В поле **граница** вставляем границу 2 Нажимаем **выполнить,** и ждем пока посчитается траектория.

Имя 1
Спираль 🔽
Шаблон
Направление Попутное

Чтобы выйти из данного окна нажимаем отмена

Задаем режимы резанья, безопасные высоты, точку отвода и подвода,

подводы и отводы, если их нужно изменить.

Теперь проверьте траекторию на зарезы. Должно быть все в порядке.

При проверке на зарезы проверяется только столкновение фрезы с деталью. Хвостовик не учитывается.

Для проверки столкновения хвостовика щелкните правой кнопкой мыши по траектории 3_d4r2. В меню правой кнопки мыши выберите **проверить/траектория**



В открывшемся окне выберите столкновения и нажмите выполнить.

🕳 Проверка столкновений 🛛 🕐 🕽			
Проверять Столкновения			
Анализировать			
Модели			
Проверять Все			
🔽 Разбить Траекторию			
Сохранить Безопасные 🔽			
Сохранить Столкновения 🔽			
Упорядочить 🗖			
Разбивать сегменты			
Перекрытие 0.0			
Минимальная длина 0.0			
Запас Шпинделя 600.0			
Опции столкновения с Патроном/Хвостовиком			
Заместить Инструмент			
Зазор Хвостовика 0.0			
Зазор Патрона 0.0			
Вычислить глубину столкновения Изменить вылет 🔽			
Показать опасные участки 🔽			
Выполнить Принять			

Если PowerMILL находит столкновение хвостовика или патрона вы увидите такое окно



Нажмите ОК.

В окне проверки столкновений нажмите принять.

Теперь в окне проводника PowerMILL вместо одной траектории 3_d4r2

стало три, и прибавилась одна фреза.

Первая из этих трех программа осталась с пересчитанной фрезой вылет фрезы d4r2_1 не 5мм как мы задавали, а 18,95мм

Из второй программы вырезаны все места, где хвостовик имеет столкновения. Фреза осталась без изменений.

Третья это недостающие во второй программе части траектории, с удлиненной фрезой.



Мы решаем проточить фрезу до необходимой длины. Разделять программу на две части (с короткой и длинной фрезой) мы признаем нерациональным, поэтому я удаляю вторую и третью программы.

Для этого в меню правой кнопки выбираем Удалить траекторию



Либо выбрав траекторию, просто нажимаем **delete** на клавиатуре.

Сверление отверстий

Создадим сверло. Для этого выберите создать сверло





Теперь мы создадим 2D модель. Для этого выделите на модели два отверстия, которые нам надо просверлить.



В окне проводника PowerMILL выберите **2D модели** нажмите на ней правой кнопкой мышки и выберите **распознать отверстия**.



В появившемся окне нажмите выполнить, а затем закрыть

🚰 2D Элемент 🤶 🗙				
Создать Правка Компонент				
Шаблон Имени				
Тип Отверстие 💌				
Верх задается как Абсолютные 💌 0.0				
Абсолютные 0.0				
И Автораспознаван Уклон 0.0				
По Отверстиям 💌 💋 0.0				
Создание Отверстий				
Многоосевая				
Составные Отверстия				
Создать из неполных цилиндров				
Выполнить Закрыть				

На отверстиях появятся каркасные элементы. Точка означает верх отверстия (т.е. отсюда пойдет засверливание)



Теперь создадим траекторию сверления.

Открываем стратегии обработки/сверление/сверление

🕳 Новая Траектория	<u>? ×</u>
 2.5D Выборка ЗD Выборка Моноколеса Сверление Избранно Бобышки Охлаждение Ступенчатое с резьбой Ступенчатое Сверление Толкатели Новый Метод сверления Простое Болты Ступенчатое резьбовое Резьбовое 	ре Чистовая Каналы
	ОК Отмена

В этом окне мы зададим:

В поле тип цикла - глубокое сверление это означает ступенчатое сверление с полным выводом инструмента между шагами.

Нажимаем кнопку выбрать

б Сверление	<u>?</u> ×		
Нет выбранных элементов	Имя 4_sv		
	Тип цикла Глубокое сверление 💌 Верх Верх Отверстия 💌		
Точности	Операция Глухое отверстие		
Допуск 0.1	Порядок ХҮ 🗾 🗸		
Припуск	Запас Начало 1.0		
Переходы Короткие верех Безовасная	Глубина шага ↑ Глубина — 1.0 20.0		
Длинные перех, Безопасная	Задержка		
<u>.</u>	Тодача Компонент		
Покажи 🗖Выбрать	Шпиндель (об/мин) 1500.0 Вывод циклов 🔽		
Выполнить Принять Закрыть			

В открывшемся окне нажимаем выбрать, при этом в графическом окне созданный 2D элемент должен подкраситься желтым цветом

Нажимаем закрыть

🥳 Выбор 2D Элемен	тов		? ×
	Выбр	рать по Диаметр	•
	Мин. Ди	иаметр	
	Макс. Ди	иаметр	
Диаметры 12.00	>	Фильтр выбора Все Отверстия	
•		•	
Допуск		Компонент Наибольший 💌	<u>X</u>
Вы	брать	Закрыть	

В окне сверление нажимам выполнить.

Когда траектория посчитается, нажмите закрыть. Проверьте траекторию на зарезы.

Создание NC файла

Для создания NC файла в меню правой кнопки NC файла выберите параметры



Здесь вам надо указать файл постпроцессора. Систему координат, расширение вывода файла и т.д. На вкладки траектория задайте параметры смены инструмента и его коррекции.

🚰 Параметры NC Файлов	? ×		
Вывод Траектория			
Внесенные здесь изменения не изменят существующие NC Файлы			
В Проект Вкл 💌 Каталог G:/moe/учебник Mill/mill	2		
Файл вывода %[ncprogram].cnc			
Постпроцессор G:/post/babeka.opt			
Выводить в СК 1			
Выводимая точка Кромка			
Распознавать многоосевую Вкл 💌 Промежуточные Движение, Пово	p 🔻 📔		
Выполнить Принять Отмена			

Нажмите выполнить, затем принять

Теперь в меню правой кнопки NC файла выберите создать NC файл



Задайте имя нажмите принять

🚰 NC Файл : mill 🥂 🔀
Има mill Опции Файл вывода G:/moe/учебник Mill/mill/ncprograms/%[ncprogram].cnc Постпроцессор G:/post/babeka.opt Выводить в СК 1 Номер программы 1 Выводимая точка Кромка Распознавать многоосевую Вкл Промежуточные Движение,Поворо Траектория Номер Диаметр R кромки Общая Вылет ID инстр. Тип Допуск Г
 Сброс Смена инстр. При смене элеме Нумерация инстр. Как задан Точка смены инстр. После промежуточ
Инструмент ID No.инструмента Общая длина
Коррекция инструмента Длина Радиус У Номер корректора длины Номер корректора радиуса
Вывод циклов У Охлаждение У
Ваписать Выполнить Принять Закрыть

В окне проводник PowerMILL перетащите траектории в **NC файл**. Перетаскивайте, зажав левую кнопку мыши

Второй вариант в меню правой кнопки мыши при выбранной траектории выбрать добавить в/NC файл. При этом траектория добавится в активный NC файл

	лы > mill ории	
 Шаблон Шаблон Шаблон СК Дет 	 1_d20r0 Анимация сначала Активировать Активировать СК Детали Параметры Копировать Заготовку Выбрать поверхности Показать Отрисовка Цвет Переименовать Сохранить как Шаблон 	
 	Добавить в ▶ Создать отдельные NC Файлы Пакет Загрузить параметры Статистика Свойства Свойства Проверить ▶ Обратить выбор Правка Исключить из Папки Удалить Траекторию	Модель Материала NC Файл Группа Папка

Внимание. Траектории отрабатываются в порядке их расположения в NC файле. Сверху вниз.

В проводнике PowerMILL это должно выглядеть так:



Откройте снова NC файл



Теперь для того чтобы вывести программы осталось нажать кнопку записать.

🖌 NC Файл : mill	?
Имя mill Опции	
Файл вывода G:/moe/учебник Mill/mill/ncprograms/%[ncprogram].cnc	
Doctopoueccop G:/post/babeka.opt	
Номер программы 1 Выводимая точка Кромка	•
Распознавать многоосевую 🛛 💌 Промежуточные Движение,Повор	0 🔻
Траектория Номер Диаметр R кромки Общая Вылет ID инстр. Тип Допус	к Г
1_d20r0 1 20 100 d20r0 end_mill 0.1	0
2_d10r5 2 10 45 d10r5 ball_nosed 0.025	0
3_d4r2 3 4 83.95 50 d4r2_1 ball_nosed 0.025	0
4_sv 4 12 60 sv_12 drill 0.1	0
•	Þ
Сброс Смена инстр. При смене здемя 🔽 Нумерация инстр. Как задан	-
Точка смены инстр. После промежуто)r 💌
Траектория 1_d20r0	
Инструмент	_
Коррекция инструмента	
Длина Выкл 💌 🛛 Радиус Нет 💌 🚺	
	_
Вывод циклов Вкл 💌 Охлаждение Нет	<u>-</u>
	bc 23
Файл вывода	
Записать Выполнить Принять Законить	

Практическое занятие №2

В ходе выполнения данного урока вы научитесь:

Заменять модель в готовом проекте.

Изменять траектории по исправленной модели.

Обрабатывать поднутрения на детали.

Ограничивать траекторию заготовкой.

Создавать траекторию проекция линии.

Создавать зеркально отраженные траектории.

Замена модели

Для начала давайте откроем созданный в ходе выполнения первого урока проект.

Теперь нажмите файл \ импорт модели и откройте новую модель (mill2.x_b).

Если вы посмотрите на графическое окно, то увидите, что в нем присутствуют как старая, так и новая модель. При внимательном рассмотрении хорошо видно места, где у нас произошли изменения.



Также с боков появились фигурные вырезы.

Значит перед нами стоит задача изменить черновую траекторию, чистовую и создать траекторию для обработки боковых пазов.

Траектории доработки (3_d4r2) и сверления 4_sv мы оставим без изменений т.к. в этом месте модель не изменилась.

Теперь давайте уберем старую модель. Для этого в **проводнике PowerMILL** выделите ее и нажмите на ней правой кнопкой мыши.

В меню правой кнопки мышки выберите Удалить модель.



Теперь у нас осталась только новая модель.

Исправление траекторий

Сделайте траекторию 1_d20r0 активной и нажав на ней правую кнопку мышки выберите **параметры**



Нам откроется уже знакомое по первому уроку окно **Выборка смещением**. Как вы видите, все поля в нем закрыты. Для того чтобы внести изменения или просто пересчитать программу нажмите иконку **Изменить параметры и пересчитать текущую траекторию**.

🕳 Выборка Смещением [обработка 3D Мо	дели] ? Х
	Имя 1_d20r0
Инструмент	Врезание на слой Тип Вертикально 💌 Опции
Допуск 0.1	Подвод снаружи 🔽 Отверстия Шаблон
	2D Модель holes
🗖 # 10 Шаг 15.0	Высокоскоростная обработка (HSM)
Шаг по Z	Радиус углов (ДФ) — 0.050
Учет Плоскостей Слой	Переходы Плавно
Направление Попутное	25 %
	Трохоида Нет
Ограничить Центр фрезы 💌	10 % -
Обрезка Внутри границы	Доработка
Когда После	Искать материал толще чем 0.0
Направление Попутное	Перекрытие 0.0
На каждой 2 💌 Припуск 1.0	Использовать предыдущие Высоты
Г Фильтр —	
Фильтр Меньше чем	
Порог (ДФ) 2.0	Тип Модель
Ось Фрезы	Направление Изнутри 🔽
Ось Фрезы Вертикально	редпочтение Минимизировать пробег 💌
Выполнить Принять Отмена	

В первом уроке мы вручную убирали сегменты в «ушах» модели. При пересчете PowerMILL не учтет ручное редактирование. Об этом он и предупреждает. Нажмите **ОК**



Внимание: Для того чтобы пересчитать траекторию надо внести изменение. Изменить допуск, припуск, шаг, габарит заготовки и т.д. Иначе PowerMILL не будет ее пересчитывать.

Давайте изменим, шаг до 14 мм (благодаря этому изменению на пятом по высоте проходе мы уберем два нам совершенно не нужных подвода.)

💏 Выборка Смещением [обработка 3D Мо,	дели]
	Имя 1_d20r0
Инструмент	Врезание на слой
	Тип вертикально Олции
Точности Допуск 0.1	Подвод снаружи м
Припуск	Шаблон
	2D Модель holes
шаг Г # 10 Шаг 14.0	Высокоскоростная обработка (HSM)
- War no Z	Сглаживание профиля
Автоматичес 2.0	Радиус углов (ДФ)
Учет Плоскостей Слой	Переходы Плавно 💌
Направление Попутное 🔻	Сглаживание траектории
Граница	25 %
	Трохоида Нет 💌
Ограничить Центр фрезы 💌	10 % -
Обрезка Внутри границы 💌	Доработка
Обход профиля	Траектория 💌
Когда После 💌	Искать материал толще чем 0.0
Направление Попутное	Перекрытие 0.0
На каждой 7	Г Использовать предыдущие Высоты
Фильтр	
Фильтр Меньше чем 🔽	
Порог (ДФ) 2.0	
Только с наклонным врезанием 🔽	Тип Модель
Ось Фрезы	Направление Изнутри
Ось Фрезы вертикально	редпочтение Минимизировать пробег 🗾
Выполнить Пр	инять Отмена

Нажмите выполнить, и когда программа посчитается отмена чтобы закрыть это окно. Создайте подводы наклонно для этой траектории. Как это сделать, можно посмотреть в первом уроке. (Параметры мы уже задавали, они должны остаться без изменений.)

Проверьте траекторию на зарезы (см. первый урок).

Должно получиться так:



Первая траектория исправлена.

Теперь нам надо исправить вторую (2_d10r5) траекторию.

Делаем ее активной и нажимаем на ней правой кнопкой мышки. В меню правой кнопки мышки выбираем параметры. В открывшемся окне **3D смещение** нажимаем иконку изменить параметры и пересчитать текущую траекторию.

Мы не хотим ничего изменять (вы помните, что без изменений программа не будет пересчитываться). Поменяйте любой параметр (например, шаг вместо 0.3 поставьте 0.31) и нажмите **принять**. На открывшееся окно вопрос дайте ответ **да**. Окно **3D смещение** закроется. Снова открываем это окно (Нажимаем на траектории правой кнопкой мышки и в меню правой кнопки мышки выбираем **параметры**)

Исправьте внесенное нами изменение. Нажмите выполнить, и когда траектория посчитается отмена

🕳 3D Смещением	<u>?</u> ×
	Имя 2_d10r5
Инструмент	Спираль 🔽 Максимально проходов 🥅 10
Точности Допуск 0.025	Шаблон 📃 💌 Начинать на Шаблоне 🗖
	Направление Попутное
Шаг 0.3	
Граница Т Т Т Г Г Г Г Г Г Г Г Г Г Г Г Г Г Г Г Г	
Подводы и Переходы Подвод Нет	
Отвод Нет Короткие перех. По поверхности	
Длинные перех. Обе в приращениях	
Ось Фрезы Вертикально	
Просмотр 🔲 Покажи	
Выполнить При	нять Отмена

Проверьте траекторию на зарезы.

Мы закончили исправлять уже сделанные траектории.

Обработка подвнутренний

Теперь нам нужно создать траектории для двух боковых карманов.

Первый вариант:

Нам нужно повернуть деталь на 90 градусов и обработать карман. Перевернуть ее на 180 градусов и обработать второй карман. (поворот осуществляется созданием новой **СК де-талей**.)

Второй вариант:

4-х координатная обработка.

Третий вариант:

Обработка дисковой фрезой.

Мы выберем третий вариант.

Сначала давайте создадим фрезу. Выбираем Создать дисковую фрезу



Зададим параметры как на рисунке:

🙀 Дисковая фреза	<u>? </u> ×
Кромка Хвостовик Патрон Режимы Описание	1
Имя d15h4r2	Сборка Инструмента
Длина 4.0 Радиус кромки 2.0 15.0 Диаметр Статус Корректный инструмент	
No.инструмента 5	
Количество кромок ј 4	
Закрыть	

Переходим к вкладке хвостовик. Нажмите иконку добавить компонент хвостовика и задайте параметры как на рисунке.

🍕 Дисковая фреза	? ×
Кромка Хвостовик Патрон Режимы Описание	
Компоненты Размеры Верхний диаметр 4.0 Нижний диаметр 4.0 Длина 50.0 Длина заточки 4.0 Длина хвостовика 50.0	Сборка Инструмента
Закрыть	

Перейдите к вкладке патрон. Нажмите иконку **добавить компонент патрона** и задайте параметры как на рисунке.

ổ Дисковая фреза	<u>? ×</u>
Кромка Хвостовик Патрон Режимы Описание	
Компоненты Имя Патрона 1 Размеры Верхний диаметр 60.0 Нижний диаметр 60.0 Длина 25.0 Игнорировать Вылет 40.0 Общая длина 65.0	Сборка Инструмента
Закрыть	

Ограничение обработки

Для ограничения обработки мы используем заготовку.

Выделите поверхности одного кармана (со стороны X+) как показано на рисунке. Для этого нажимайте на поверхности левой кнопкой мышки.



Откройте окно заготовка



В открывшемся окне в поле задает должен стоять параметр блок. Нажмите вычислить. Вы получите следующие значения

🚭 Заготовка	<u>? ×</u>
Задает Блок	I 🖉 🔀 🖬
Ограничения	
Min X 47.1	Max X 50.00033
Min Y -34.18201	Мах У 34.18201
Min Z -35.99833	Max Z -9.00166
	<u>© 1</u>
Параметры цилиндра	
Хцентра 48.55016	Радиус 34.21276
У центра 🛛 -0.0	C-u
Оценить размер	
Допуск 0.1	Тип Модель 💌
Припуск 0.0	Вычислить
Покажи 🗖	Прозрачность —
Принять	Отмена

Поменяйте значение Max X на 60. У вас должны быть такие параметры.

🥰 Заготовка	? ×
Задает Блок	- 20
Ограничения	
Min X 47.1	Max X 60.0
Min Y -34.18201	Max Y 34.18201
Min Z -35.99833	Max Z -9.00166
	<u>©-</u> ;
Параметры цилиндра	
Х центра 53.55	Радиус 34.78523
Y центра -0.0	0-1
Оценить размер	
Допуск 0.1	Тип Модель 💌
Припуск 0.0	Вычислить
Покажи 🗖	Прозрачность —
Принять	Отмена

Нажмите **принять** Высветите заготовку



У вас должно получится вот так:



Создание траектории.

Открываем **стратегии обработки** / **чистовая** / **проекция линии** Задайте все параметры как на рисунке

🙀 Обработка Проецированием Линии	<u>? ×</u>
	Имя d15h4r2
Инструмент Ш Д15h4r2	Положение Х 200.0 Y 0.0 Z 0.0
Точности Допуск 0.025	Азимут 0 Ј
Припуск	0 направление Наружу 💌
Шаг Uar Uar 0.3	Иаблон Обработка Окружность Направление По часовой
Граница	Порядок В обе стороны сос
Обрезка Внутри границы 💌	Азимут Начало -150.0 Конец -200.0
Отвод Нет	Угловой Шаг Угловой Шаг 1.5
Короткие перех. По поверхности Длинные перех. Обе в приращениях	Высота Начало -9.0 Конец -36.0
Ось Фрезы Ось Фрезы Вертикально	
Просмотр 🔲 Покажи	
Выполнить Прин	иять Отмена

Имя мы зададим по имени фрезы.

Положение задает местонахождение линии.

Азимут и элевация ее разворачивают.

Вы можете оценить ваши настройки, нажав кнопку просмотр.

Нажмите выполнить, и когда траектория посчитается отмена.

Откройте окно подводы и переходы



Задайте параметры как на картинке. Поставьте галочку проверка зарезов. Нажмите копировать в отвод и перейдите к вкладке переходы

🙀 Подводы и Переходы			?)	
Последний Отвод	Продления		Переходы	
Высоты Пеј	овый Подвод	Подвод	ц Отвод	
1й вариант Горизонталы	ная дуга 💌	2й вариант	Горизонтальная дуга 💌	
Расстояние	0.0		Расстояние 0.0	
Угол	45.0		Угол 45.0	
Радиус	10.0		Радиус 10.0	
0.0 Перекрытие (ДФ)			Наклонно	
🔽 Разрешить перенос точк	и входа			
🔽 Добавить коротким переходам				
🔽 Добавлять при резком изменении Оси				
	Пороговый угол	90.0		
🔽 Проверка зарезов				
Копировать в Отвод	Копировать из	Отвода	Применить Подводы	
Выполн	ить Принять	о Отмен	la	

Поставьте параметры как на картинке и нажмите выполнить, затем принять

🚰 Подводы и Переходы			
Высоты	Первый Подвод	Подвод	Отвод
Последний С	Последний Отвод Продлен		Переходы
Порог	Длиный/Короткий 10.0	Короткие	Прямо
Движения Подхода и Отхода		Длинные	Обе в приращениях 💌
Вд	Вдоль Ось Фрезы		Безопасный 💌
— 🔽 Продлять ав Мак	томатически		
F	Расстояние отхода 0.0		
Pa	асстояние подхода 0.0		
🕞 Сгладить Уско	ренные перемещения	_	
	Радиус дуги (ДФ) 0.25]	
🔽 Проверка заре:	30B		
			Применить Переходы
	Выполнить Принять	Отмен	a

Должно получится так:



Установите для траектории **режимы резанья**. Проверьте ее на зарезы и на столкновения (см. 1 урок).

Теперь нам надо сделать траекторию для второго кармана.

Мы можем повторить всё проделанное для первого кармана, но не будем. Так как он зеркальный мы просто отзеркалим уже созданную траекторию.

Для этого выделите ее и нажмите на ней правую кнопку мыши. В меню правой кнопки выберите **правка** / **трансформировать**

1	1			
🖃 🚮 NC Файл	ы			
•	> mill			
П Траекто	ории			
T 🛉 🗸 🛛 🗳	1 d20r0			
	2 d10r5			
	3 d4r2			
	4 sv		Трансформировать	
	> d15b4r2		Ограничить	
			Разбить	
	d15h4r2		Упорядочить	
	Анимация сначала		Изменить начальные точки	
			Ось инструмента	
	🗸 Активировать		Изменить Подачи внутри Границы	
± 🔋 🧧	Активировать СК Детали		Поднять края	
	Параметры		Обновить область	
🗆 📿 Границы	Копировать Заготовку		Отменить вычисления	
🗄 🖷 🖡 💆	Выбрать поверхнос	ти	Задать Начальную точку	
🗄 🔹 🕴 😫	Показать Отрисовка •		Задать Конечную точку	
🛒 Шаблонь			Задать Безопасные Z	
🖻 🔐 2D Мод	Цвет 🕨		Задать Подачи	
± 🔆 🛃			Задать Охлаждение	
🖻 🏄 СК Дета	Переименовать			
	Сохранить как Шаблон		Фиксировать Подводы/Переходы	
🚊 🥩 Слои и Н			Освородить подводыл переходы	
	Добавить в		выорать фикс. подводыл ереходы	
⊟ · 阿 Модели	Создать отдельные NC Фаилы Пакет Загрузить параметры		Описание	
. <u>+</u>			Копировать Траекторию	
	Статистика		Разбить составную Траекторию	
руппы	Свойства		Создать Составную Траекторию	
накросы ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	Проверить	▶.		
	Обратить выбор		Заменить Инструмент	
	Правка	•	Удалить выбранные	
	Исключить из Папки	1		
	Удалить Траектори	ю		
		-		

В открывшемся окне поставьте всё как на рисунке. И нажмите иконку **отразить траекторию в плоскости YZ.** Нажмите **принять.**

💏 Трансформировать Траекторию 🎴 🗙
Траектория d15h4r2 💌
Активная СК Детали 🚺 💌
Активная 🔽 — Покажи 🔽
Трансфоровать копию 🔽
Переместить
★ ★ Z Расстояние 0.0
Повернуть
Отразить ху zx +=+ +=+ +=+ (+=+)
Принять

Как вы видите, у нас появилась еще одна траектория



Проверьте ее на зарезы и столкновения. Теперь добавьте эти траектории в NC файл. Официальное издание

Составители Бохан Наталья Сергеевна

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ Методические указания к практическим занятиям

для студентов по направлению подготовки 6.050502 Инженерная механика

Ответственный за выпуск заведующий кафедры технологи горного машиностроения, д-р техн. наук, проф. Р.П. Дидык.

ΗΓУ

49600, г. Днепропетровск, просп. К. Маркса, 19.