

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Степанов Павел Иванович
Должность: Руководитель НТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 27.02.2026 08:07:58
Уникальный программный ключ:
8c65c591e26b2d8e460927740cf752628a36d5b

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ)

НОВОУРАЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

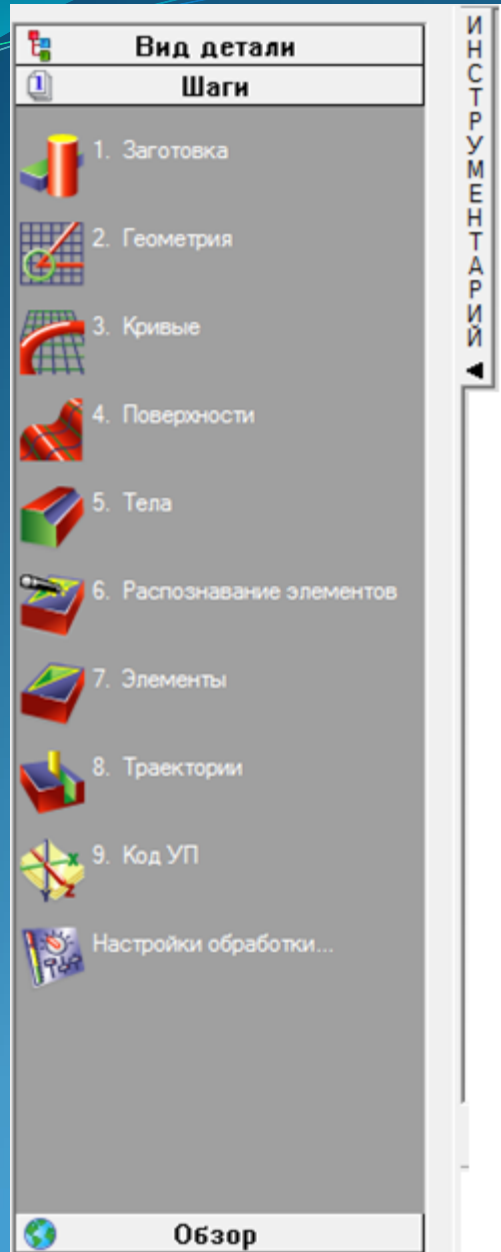
Создание управляющей программы на основе 3D-модели в FeatureCAM

Методические указания для выполнения лабораторных/практических работ
по учебной дисциплине

«Системы автоматизированного проектирования технологических процессов»

для студентов, обучающихся по направлению 15.03.05

«Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
(очная, очно-заочная форма обучения)



FeatureCAM – система для подготовки управляющих программ с высокой степенью автоматизации принятия решений. Разработчиком является компания Delcam, в настоящее время права переданы компании Autodesk. В основе CAM-системы лежит автоматическое распознавание типовых элементов из твердотельной или поверхностной модели и их автоматическая обработка с применением встроенной технологической базы знаний.

Основные конструктивные элементы FeatureCAM

Отверстие

Прямоугольный карман

Новый элемент

Какой элемент вы хотите создать?

По размерам

- ☒ Отверстие
- ☐ Прямоугольный карман
- ☐ Паз
- ☐ Ступенчатое отверстие
- ☐ Резьбофрезерование
- ☐ Торец

От кривой

- ☐ Выступ
- ☐ Фаска
- ☐ Канавка
- ☐ Карман

Из элемента

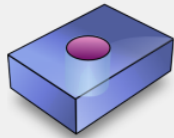
- ☐ Группа
- ☐ Массив
- ☐ Специальный
- ☐ Траектория

Из поверхности

- ☐ Обработка поверхности

☐ Создать массив из этого элемента

☐ Распознавать элементы по модели



< Назад **Далее >**  Готово Отмена Справка

Новый элемент - Размеры

Какой тип отверстия создать? Простое отв. ▾

Задайте размеры отверстия:

Длина: 10.0

Ширина: 10.0

Глубина: 25.0

Фаска: 0.0

☐ Сквозное

Просмотр

< Назад **Далее >**  Готово Отмена Справка

Новый элемент

Какой элемент вы хотите создать?

По размерам

- ☐ Отверстие
- ☒ Прямоугольный карман
- ☐ Паз
- ☐ Ступенчатое отверстие
- ☐ Резьбофрезерование
- ☐ Торец

От кривой

- ☐ Выступ
- ☐ Фаска
- ☐ Канавка
- ☐ Карман

Из элемента

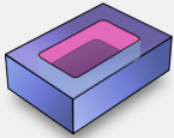
- ☐ Группа
- ☐ Массив
- ☐ Специальный
- ☐ Траектория

Из поверхности

- ☐ Обработка поверхности

☐ Создать массив из этого элемента

☐ Распознавать элементы по модели



< Назад **Далее >**  Готово Отмена Справка

Новый элемент - Размеры

Введите размеры прямоугольного кармана:

Длина: 50.0

Ширина: 25.0

Глубина: 5.0

Фаска: 0.0

Угол уклона: 0.0

Угол: 0.0

Углов. радиус: 5.0

Нижн. радиус: 0.0

Просмотр

< Назад **Далее >**  Готово Отмена Справка

Паз

Торец

Новый элемент

Какой элемент вы хотите создать?

По размерам

- ☐ Отверстие
- ☐ Прямоугольный карман
- ☒ Паз
- ☐ Ступенчатое отверстие
- ☐ Резьбофрезерование
- ☐ Торец

От кривой

- ☐ Выступ
- ☐ Фаска
- ☐ Канавка
- ☐ Карман

Из элемента

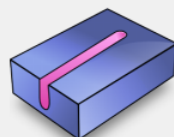
- ☐ Группа
- ☐ Массив
- ☐ Специальный
- ☐ Траектория

Из поверхности

- ☐ Обработка поверхности

☐ Создать массив из этого элемента

☐ Распознавать элементы по модели



< Назад **Далее >**  Готово Отмена Справка

Новый элемент - Размеры

Введите размеры паза:

☐ Простой

Длина: 25.0

Ширина: 5.0

Глубина: 5.0

Фаска: 0.0

Угол уклона: 0.0

Угол: 0.0

☐ Сквозное

Просмотр

< Назад **Далее >**  Готово Отмена Справка

Новый элемент

Какой элемент вы хотите создать?

По размерам

- ☐ Отверстие
- ☐ Прямоугольный карман
- ☐ Паз
- ☐ Ступенчатое отверстие
- ☐ Резьбофрезерование
- ☒ Торец

От кривой

- ☐ Выступ
- ☐ Фаска
- ☐ Канавка
- ☐ Карман

Из элемента

- ☐ Группа
- ☐ Массив
- ☐ Специальный
- ☐ Траектория

Из поверхности

- ☐ Обработка поверхности

☐ Создать массив из этого элемента

☐ Распознавать элементы по модели

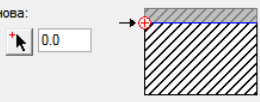


< Назад **Далее >**  Готово Отмена Справка

Новый элемент - Положение

Где должен располагаться элемент Торец?

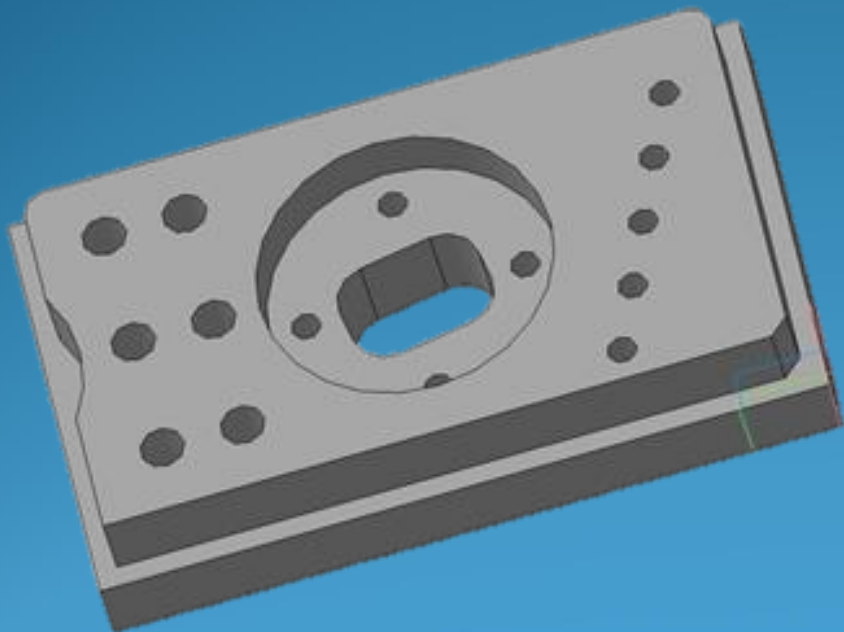
Смещение от Z-установки: 0.0



Просмотр

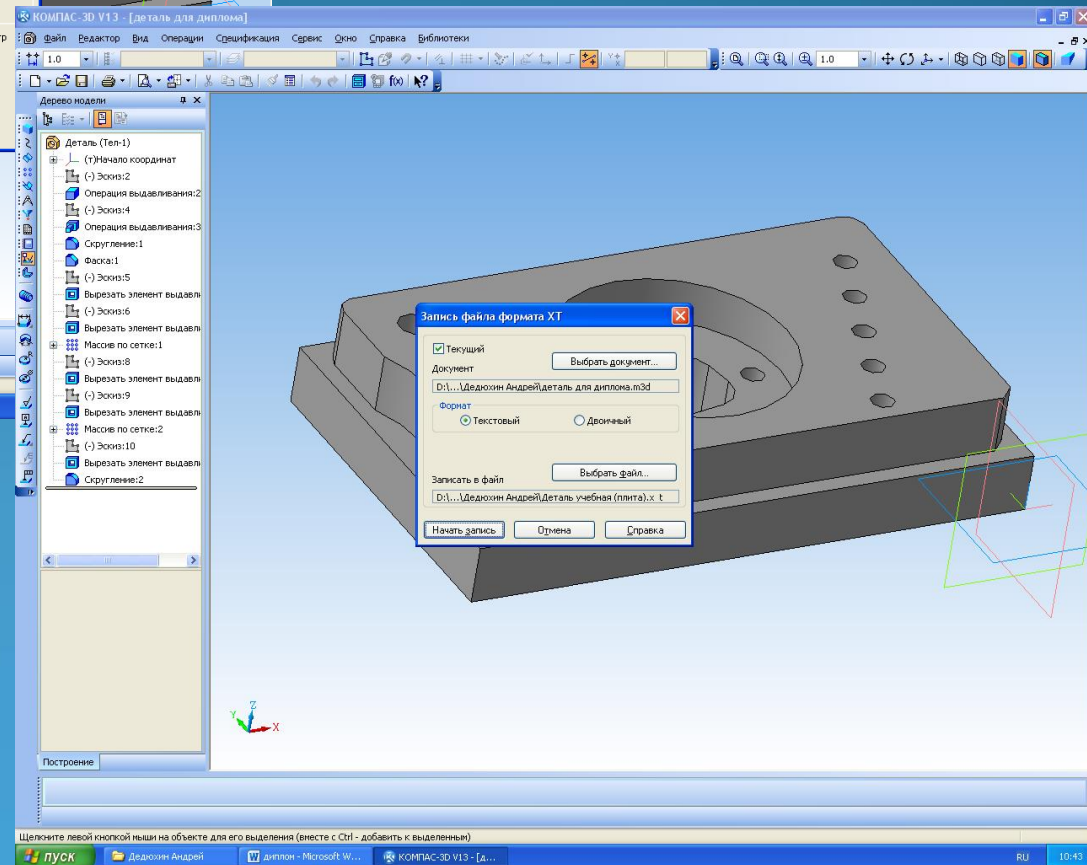
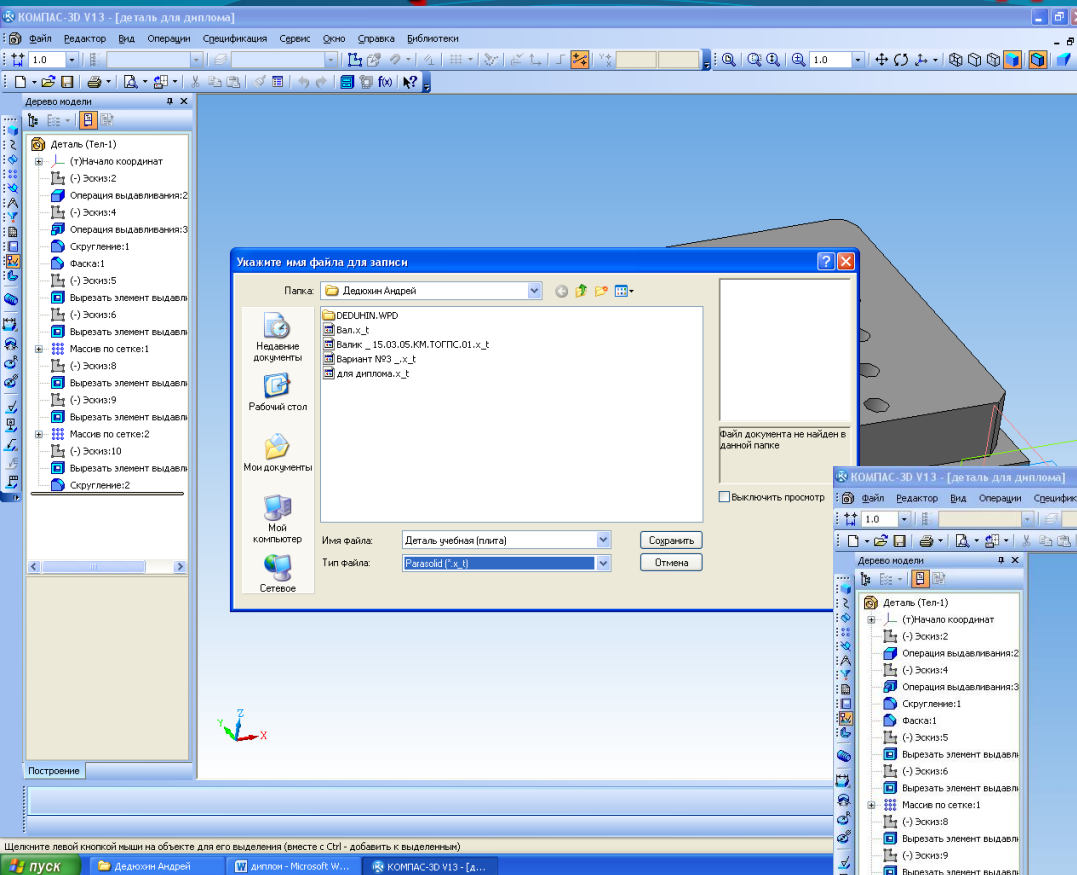
< Назад **Далее >**  Готово Отмена Справка

Система FeatureCAM сертифицирована для работы в КОМПАС-3D, начиная с версии КОМПАС-3D v16. Благодаря утилите Delcam Exchange, FeatureCAM способен открывать файлы моделей КОМПАС-3D.

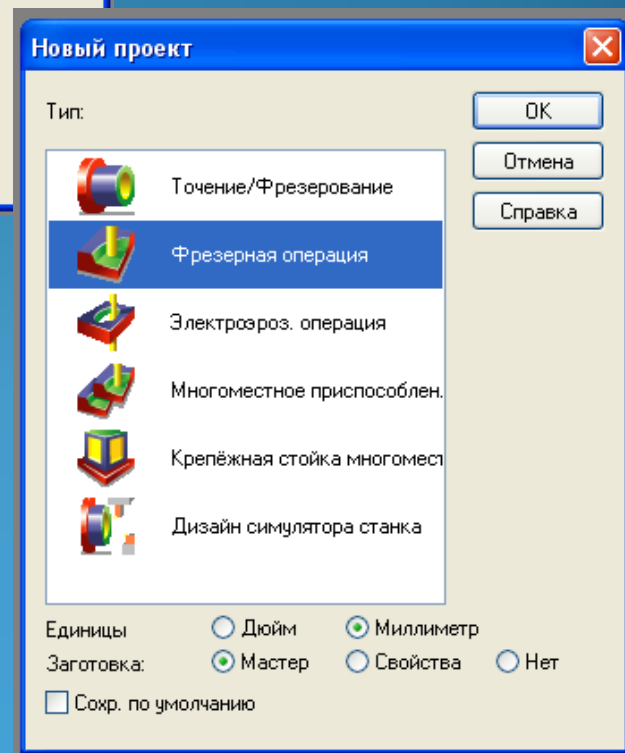
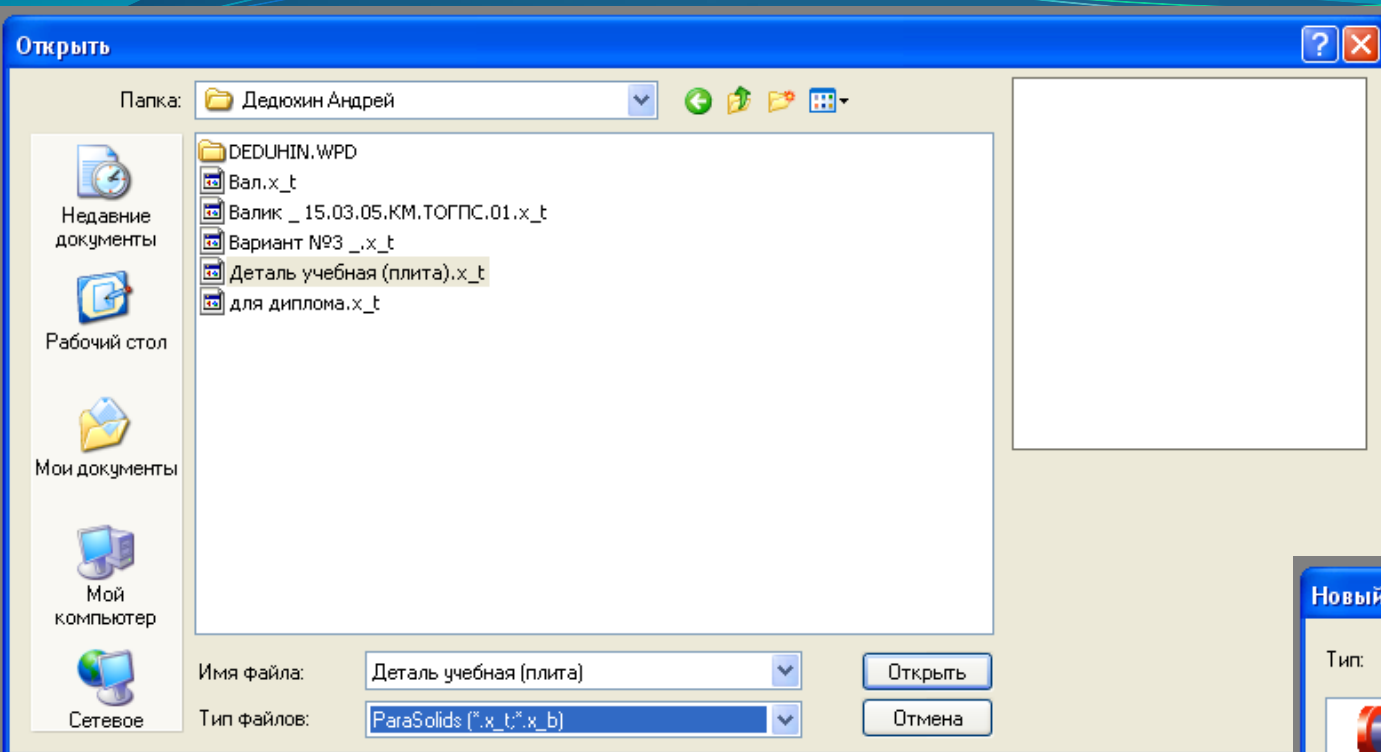


Для более ранних версий требуется сохранение модели КОМПАС-3D в один из форматов, которые FeatureCAM может прочитать, например, формат Parasolid.

Сохранение 3D-модели в КОМПАС-3D

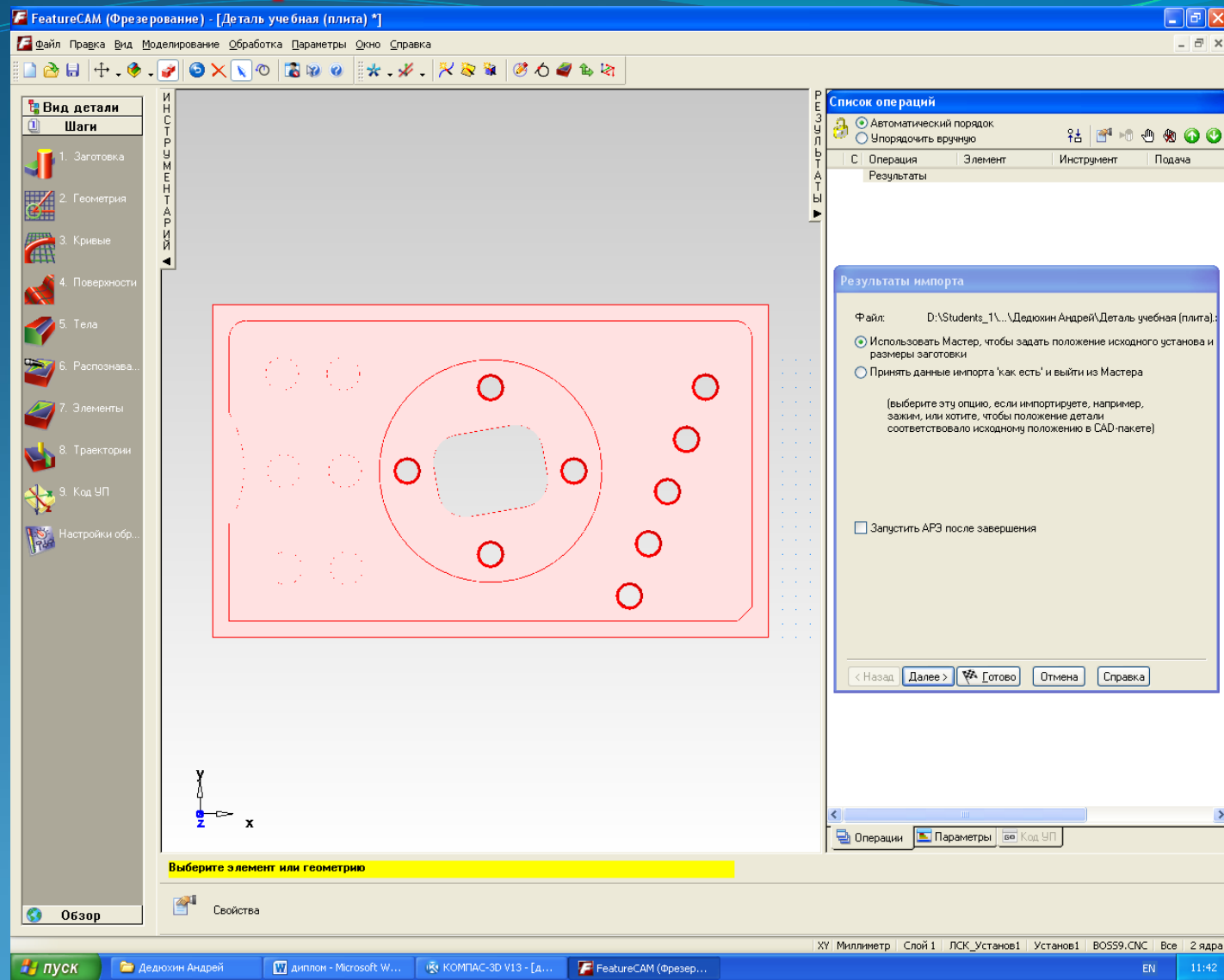


«Сохранить как...»
выбираем формат
Parasolid x.t.

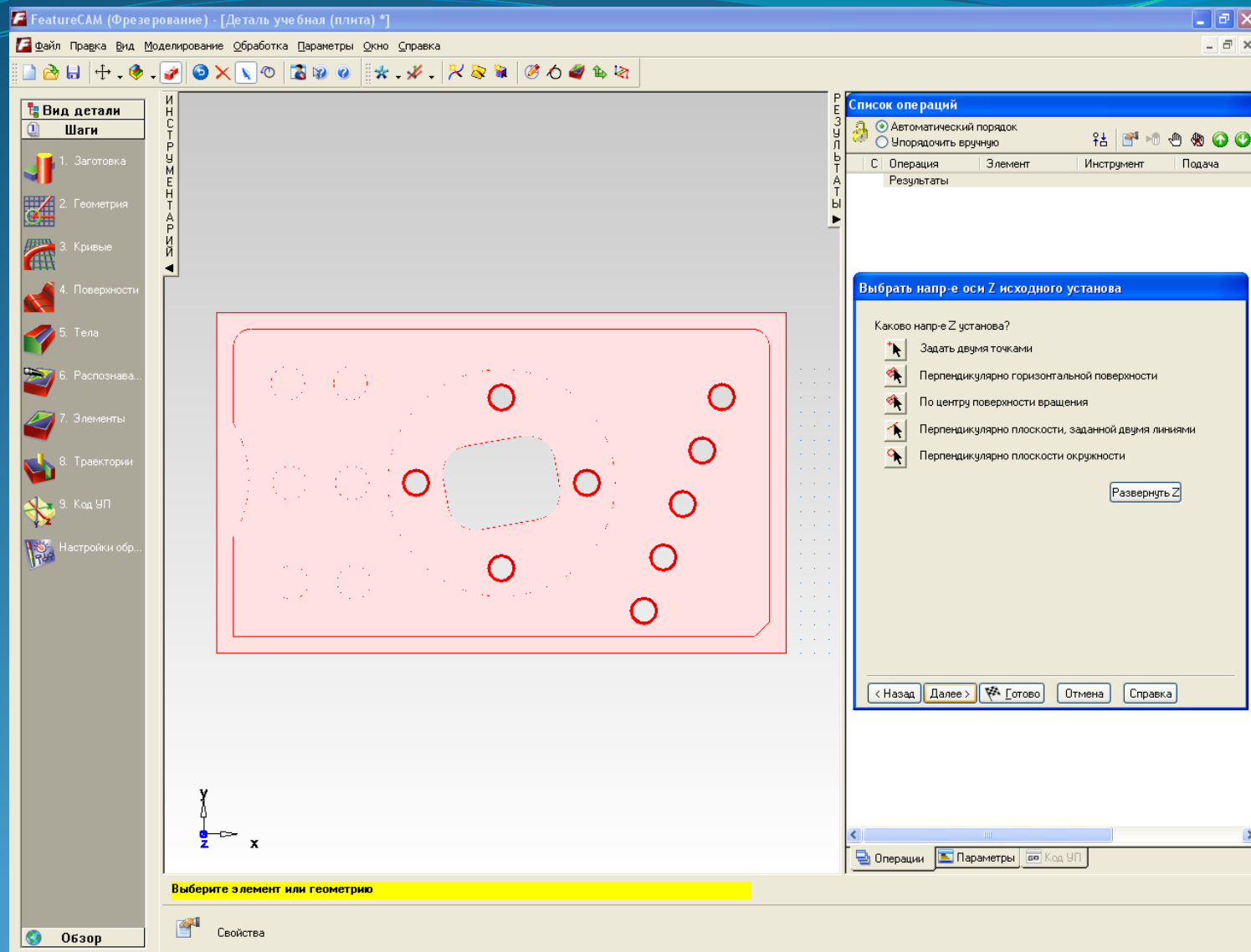


1. Выбираем тип файлов Parasolid (x.t.) и открываем файл модели «Деталь учебная (плита)»
2. Выбираем единицы «Миллиметр»
3. Выбираем тип операции (в данном случае «Фрезерная операция»)

Импорт 3D-модели в FeatureCAM

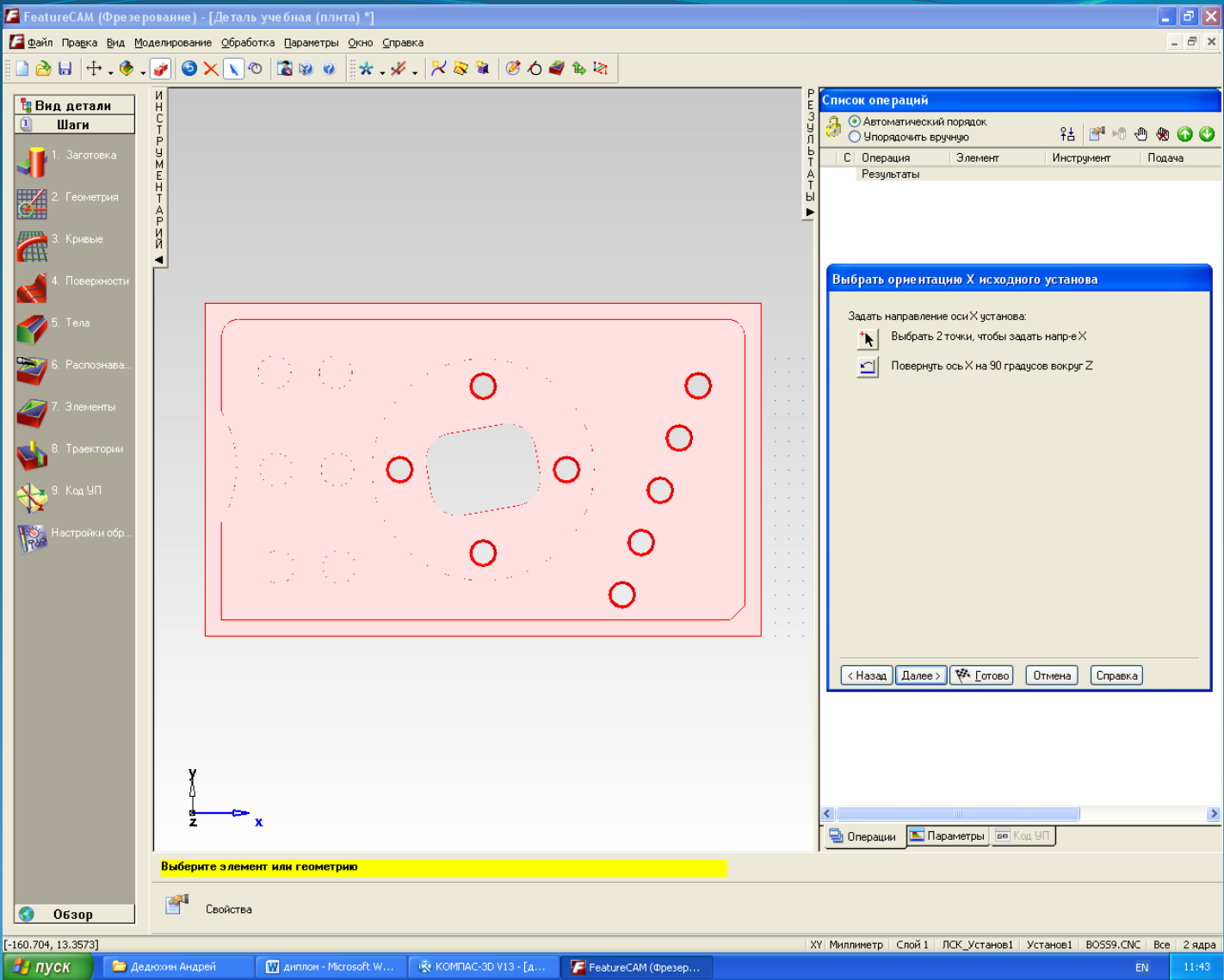


Подтверждаем запрос на использование Мастера создания заготовки

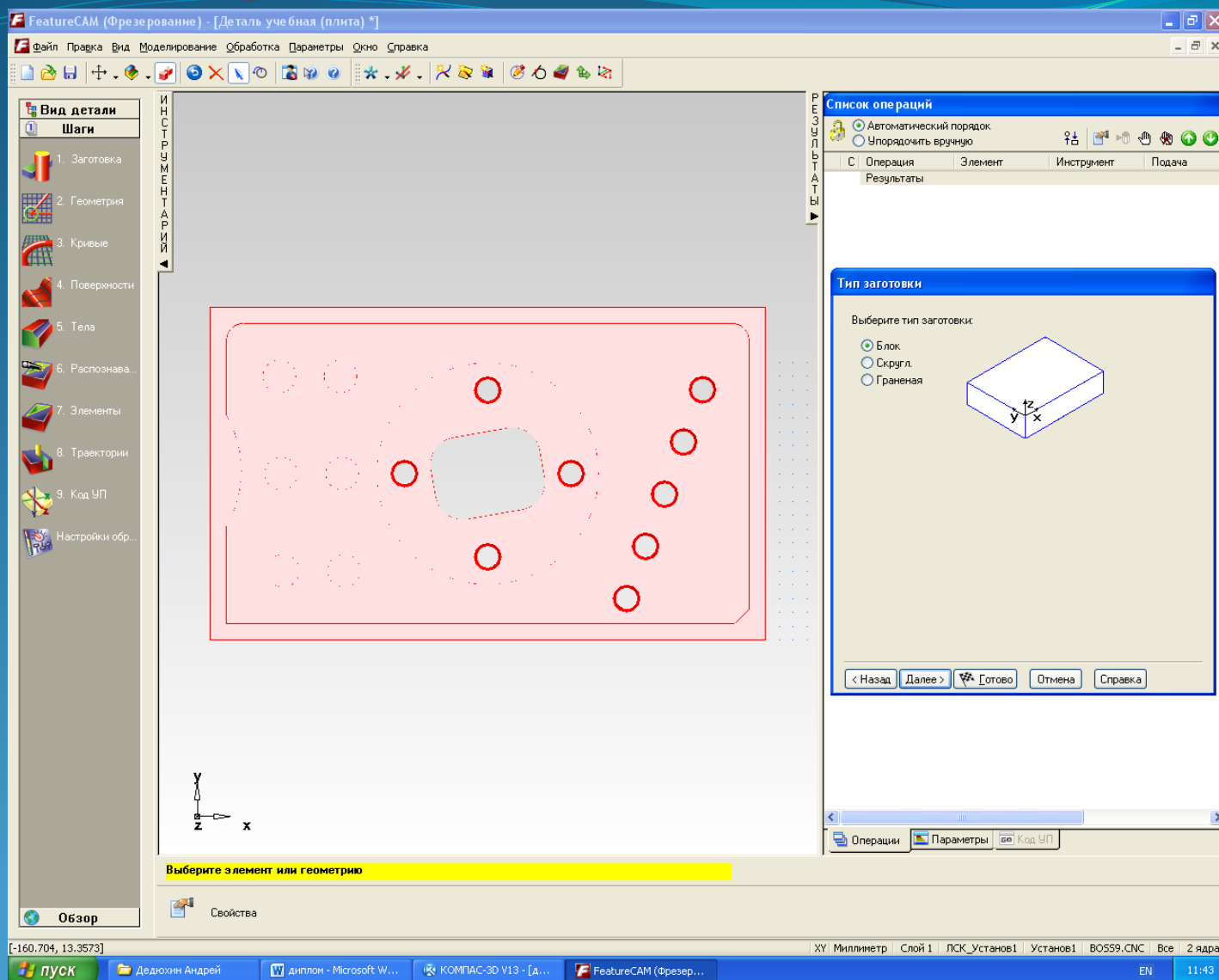


**Выбираем «перпендикулярно горизонтальной плоскости»
и наводим курсор на верхнюю часть плиты**

Импорт 3D-модели в FeatureCAM

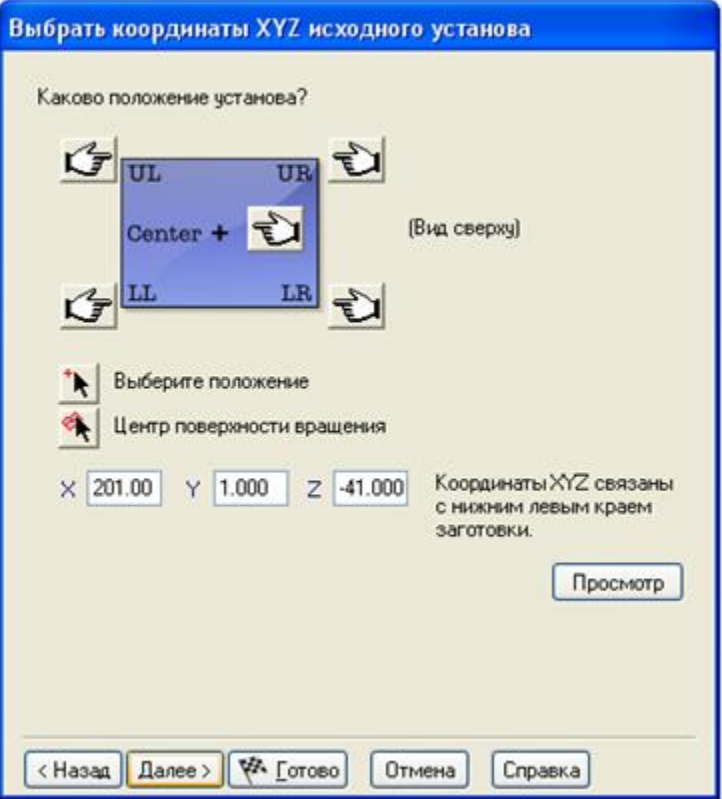
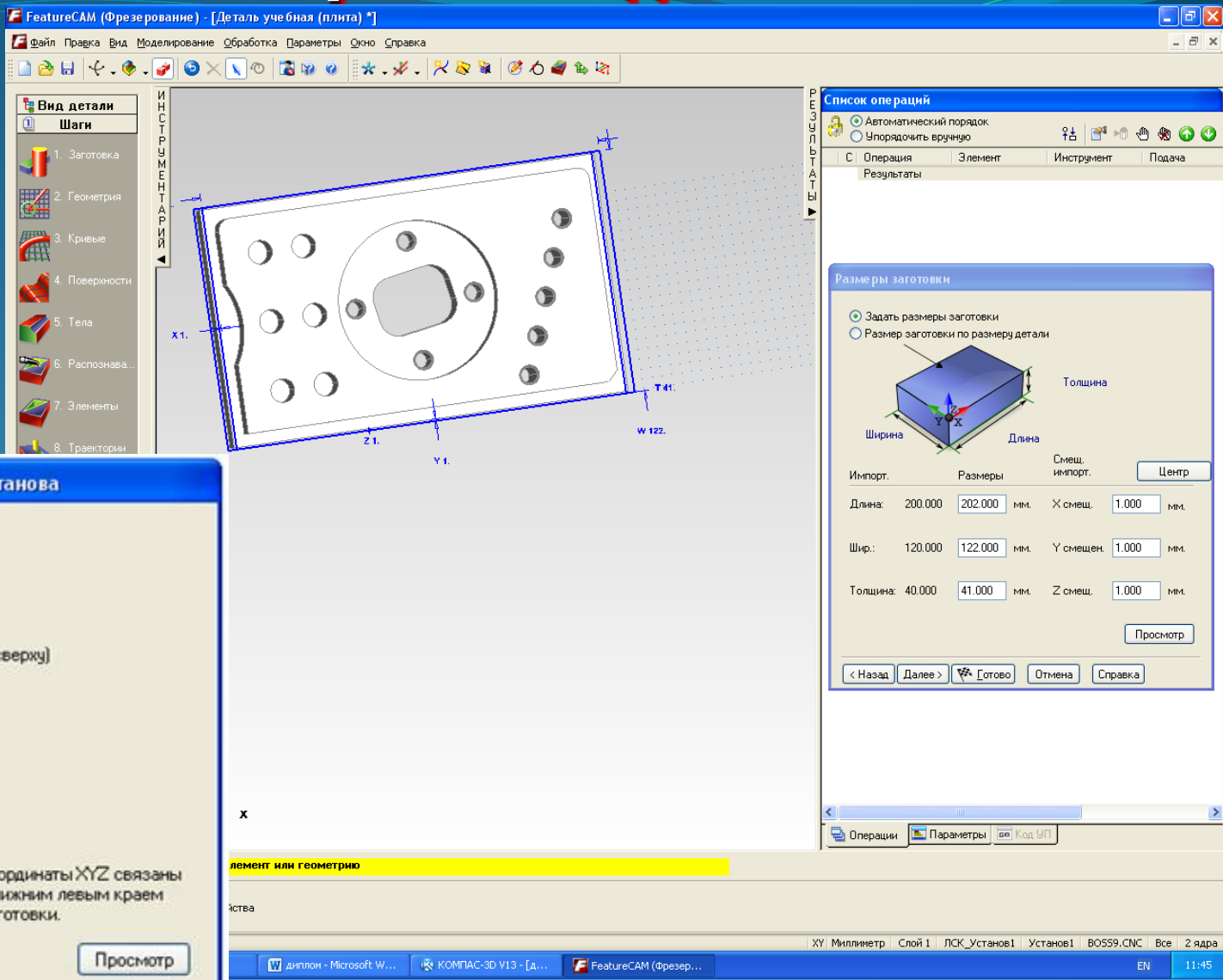


Выбираем направление для оси X заданием двух точек по длинной стороне плиты

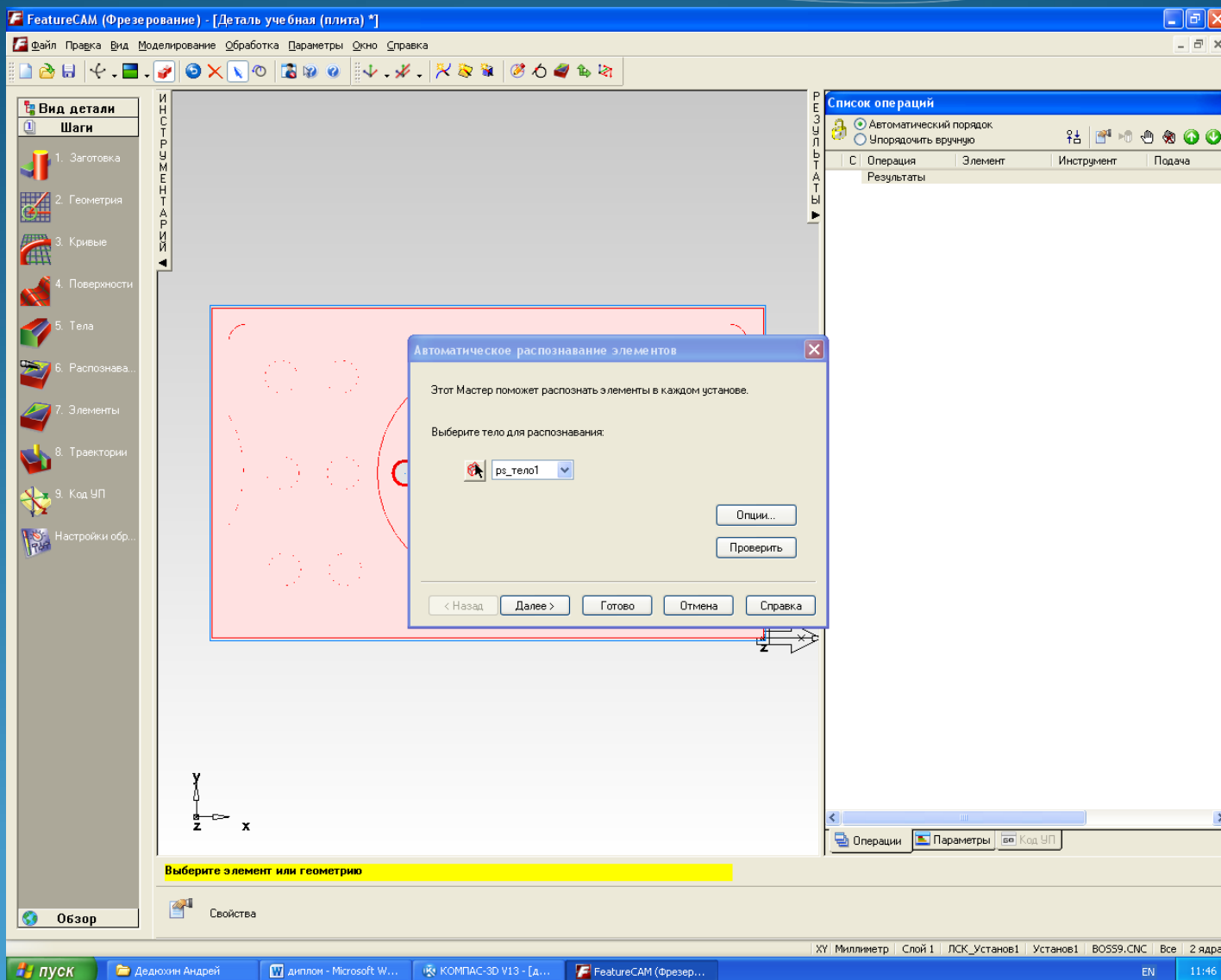


Выбираем тип заготовки (в данном случае «блок»)

Задаем
размеры
заготовки
с учетом
припуска

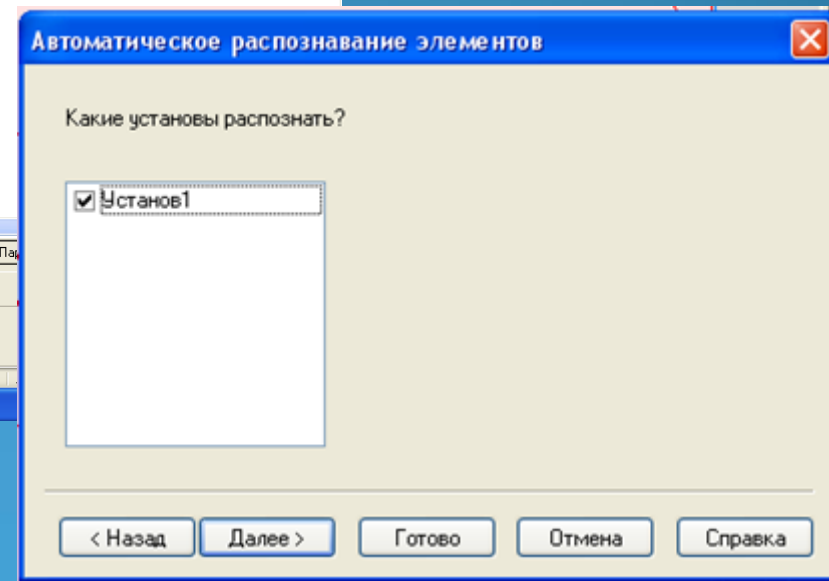
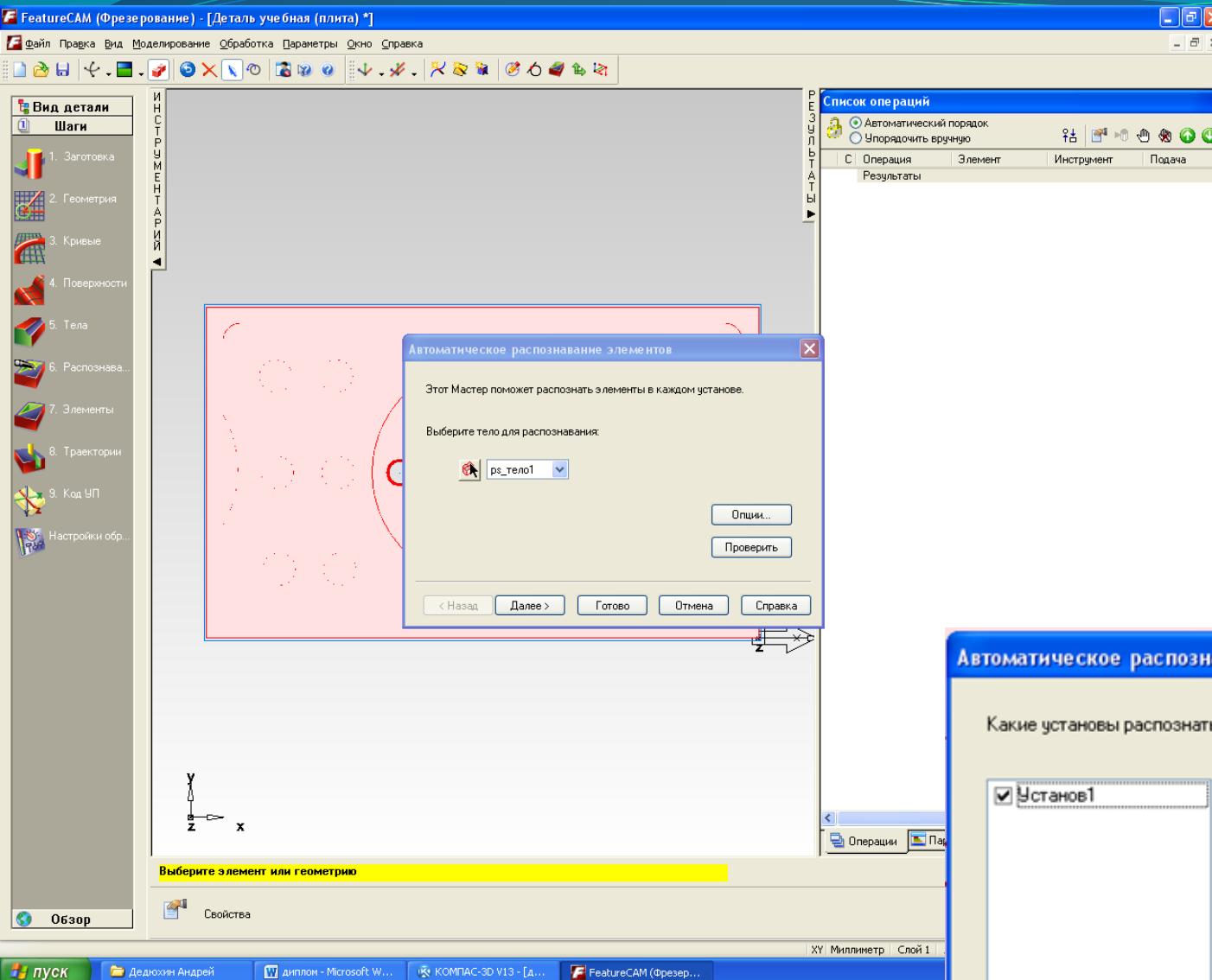


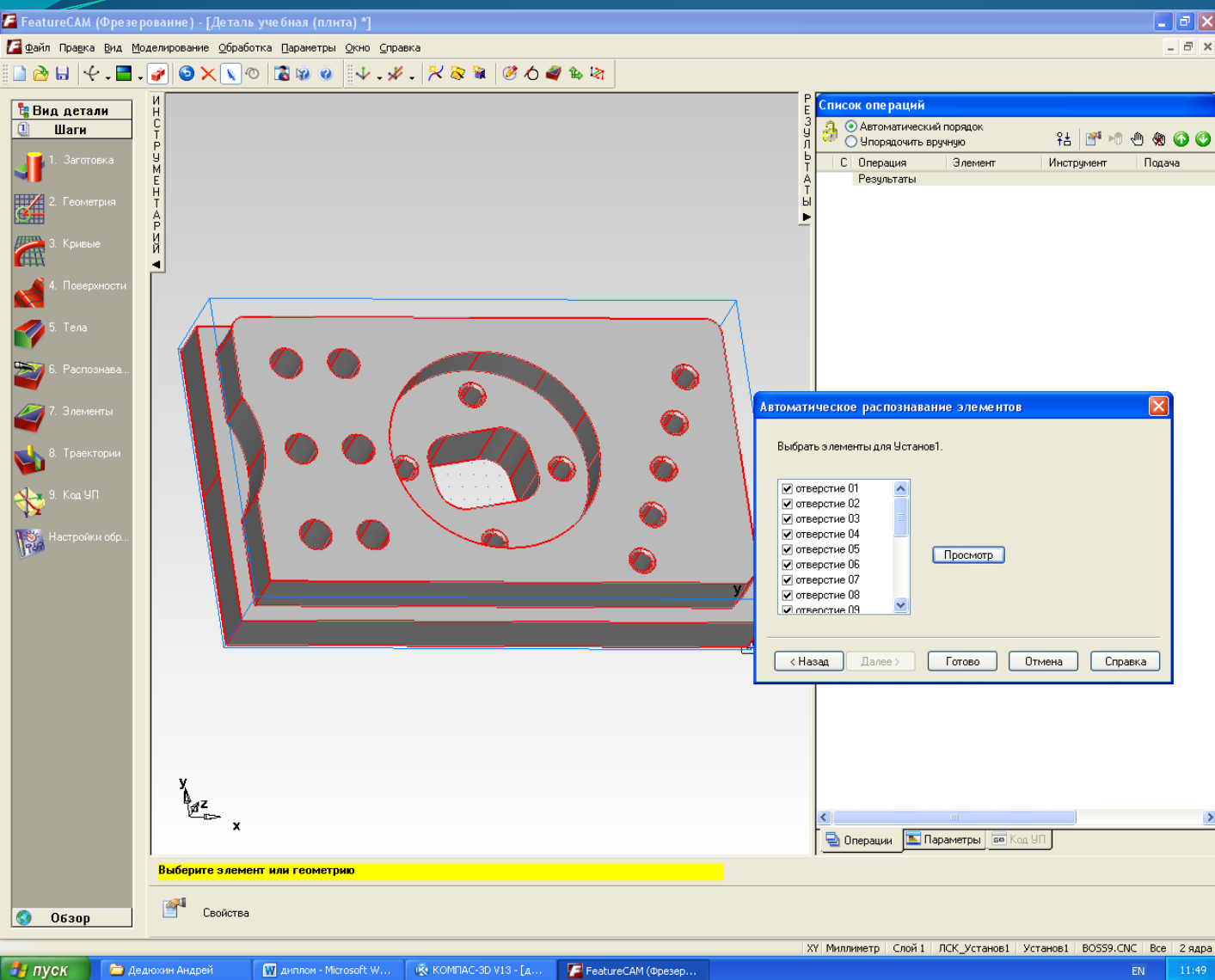
Проверяем положение установка.
Здесь мы можем его изменить.



Выбираем тело (модель) для распознавания

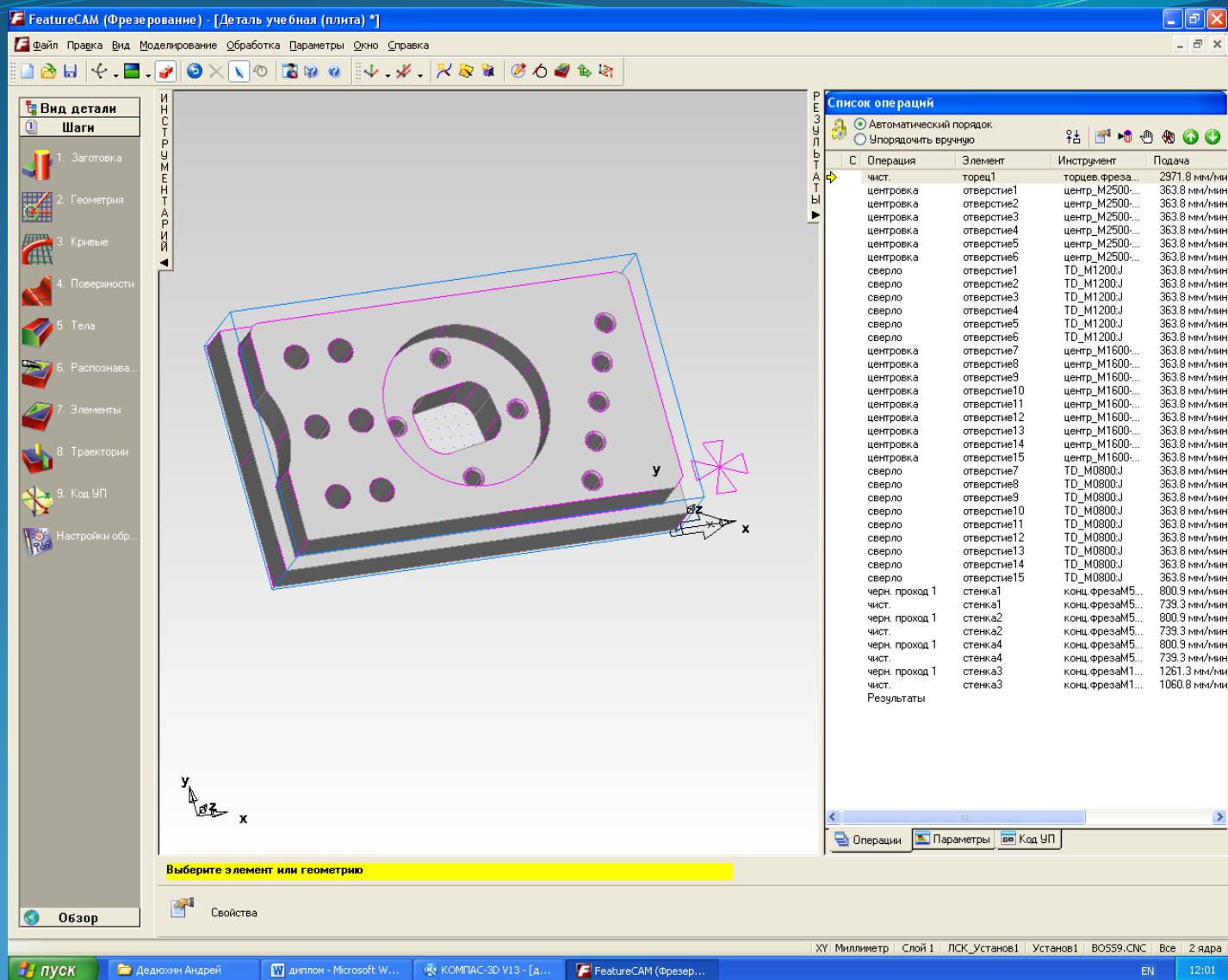
**Выбираем
тело модели
и установ для
распознавания**





Проверяем
полученный
результат и
завершаем
операцию:
«Готово»

Формирование маршрута обработки



Система автоматически назначает инструмент, схему движения, режимы резания и создаёт маршрут обработки

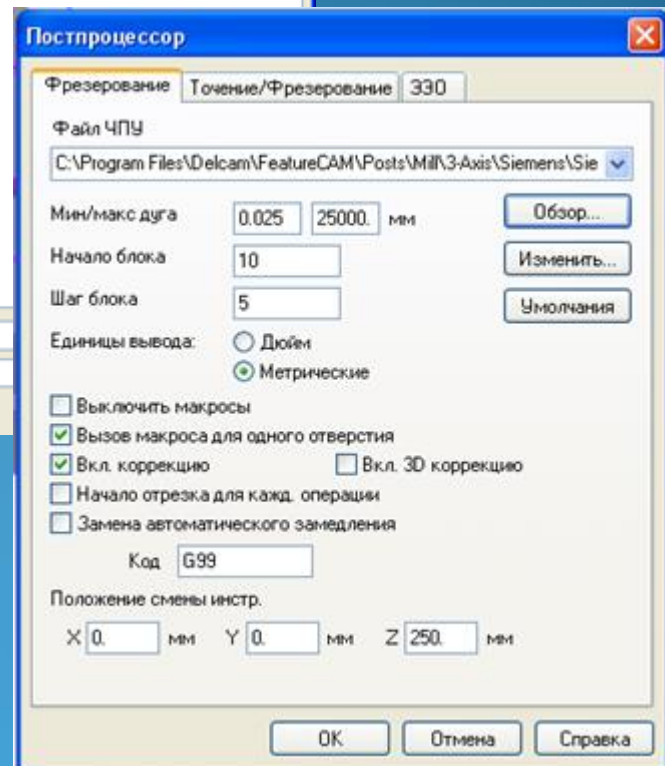
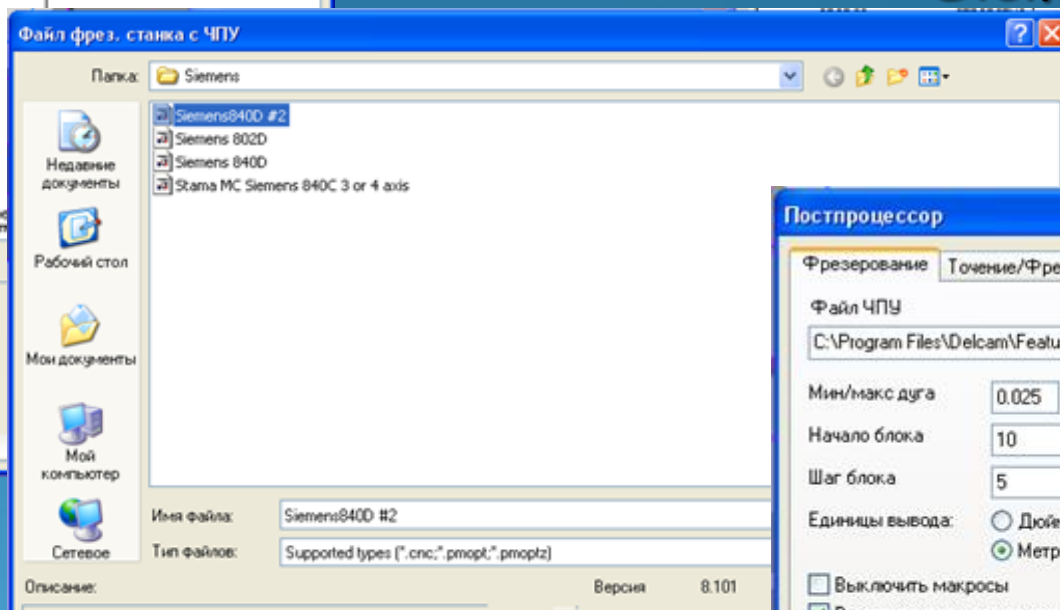
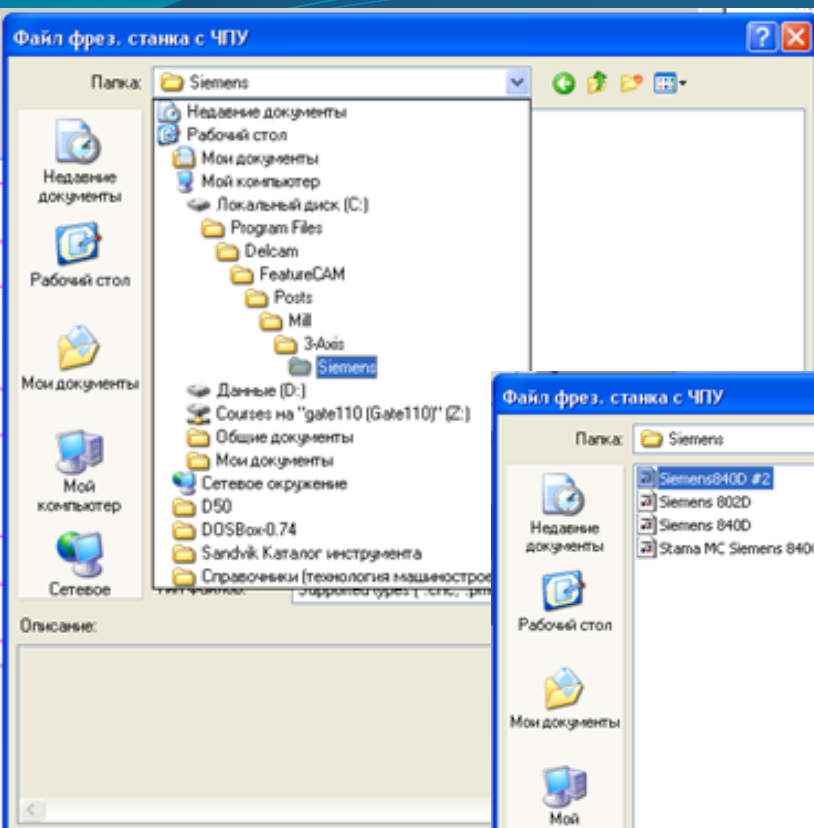
The screenshot shows the FeatureCAM (Фрезерование) - [Деталь учебная (плита) *] window. The 'Постпроцессор...' option is highlighted in the 'Обработка' menu. The 'Список операций' (List of operations) window is open, showing a list of operations with columns for 'Операция', 'Элемент', 'Инструмент', and 'Подача'. The 'Постпроцессор' (Post-processor) dialog box is also open, showing the 'Фрезерование' (Machining) tab. The 'Файл ЧПУ' (G-code file) is set to 'C:\Program Files\Delcam\FeatureCAM\Posts\MilK3-Axis\Siemens\Sie'. The 'Мин/макс дуга' (Min/max arc) is set to 0.025 / 25000 мм. The 'Начало блока' (Block start) is set to 10. The 'Шаг блока' (Block step) is set to 5. The 'Единицы вывода:' (Output units) are set to 'Метрические' (Metric). The 'Вкл. коррекцию' (Enable correction) checkbox is checked. The 'Вкл. 3D коррекцию' (Enable 3D correction) checkbox is unchecked. The 'Начало отреза' (Start of cut) is set to 'для кажд. операции' (for each operation). The 'Замена автоматического замедления' (Replace automatic deceleration) checkbox is unchecked. The 'Код' (Code) is set to 'G99'. The 'Положение смены инстр.' (Tool change position) is set to 'X 0. мм Y 0. мм Z 250. мм'. A red arrow points from the 'Обзор...' (Preview) button in the 'Постпроцессор' dialog to the 'Обзор' (Preview) button in the 'Постпроцессор' dialog.

Выбираем в меню «постпроцессор», указываем единицы вывода «метрические» и заходим в «Обзор»

Выбор постпроцессора

Выбираем постпроцессор:

Мой компьютер\локальный диск C\
Program Files\Delcam\FeatureCAM\
Posts\Mill\3-Axis\Siemens\
Siemens840D #2



Завершаем выбор: «ОК»

Анализируем маршрут, выявляем недостатки: обработка стенок выполняется в последнюю очередь.

FeatureCAM (Фрезирование) - [Деталь учебная (плита) *]

Файл Правка Вид Моделирование Обработка Параметры Окно Справка

Вид детали Шаги

1. Заготовка
2. Геометрия
3. Кривые
4. Поверхности
5. Тела
6. Распознавание
7. Элементы
8. Траектории
9. Код ЧП
- Настройки обработки

ИНСТРУМЕНТАРИЙ

Свойства 'стенка1'

Выберите элемент или геометрию

Список операций

С	Операция	Элемент	Инструмент	Подача
	чист.	торец1	торцев. фреза...	4457.7 мм/мин
	центровка	отверстие1	центр_M2500...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие2	центр_M2500...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие3	центр_M2500...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие4	центр_M2500...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие5	центр_M2500...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие6	центр_M2500...	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие1	TD_M1200J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие2	TD_M1200J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие3	TD_M1200J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие4	TD_M1200J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие5	TD_M1200J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие6	TD_M1200J	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие7	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие8	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие9	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие10	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие11	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие12	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие13	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие14	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие15	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие7	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие8	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие9	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие10	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие11	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие12	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие13	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие14	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие15	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	черн. проход 1	стенка1	конц. фрезаM5...	800.9 мм/мин
	чист.	стенка1	конц. фрезаM5...	739.3 мм/мин
	черн. проход 1	стенка2	конц. фрезаM5...	800.9 мм/мин
	чист.	стенка2	конц. фрезаM5...	739.3 мм/мин
	черн. проход 1	стенка4	конц. фрезаM5...	800.9 мм/мин
	чист.	стенка4	конц. фрезаM5...	739.3 мм/мин
	черн. проход 1	стенка3	конц. фрезаM1...	1261.3 мм/мин
	чист.	стенка3	конц. фрезаM1...	1164.3 мм/мин
	Результаты			

Операции Параметры Код ЧП

Стенка 'стенка1' выбрано.

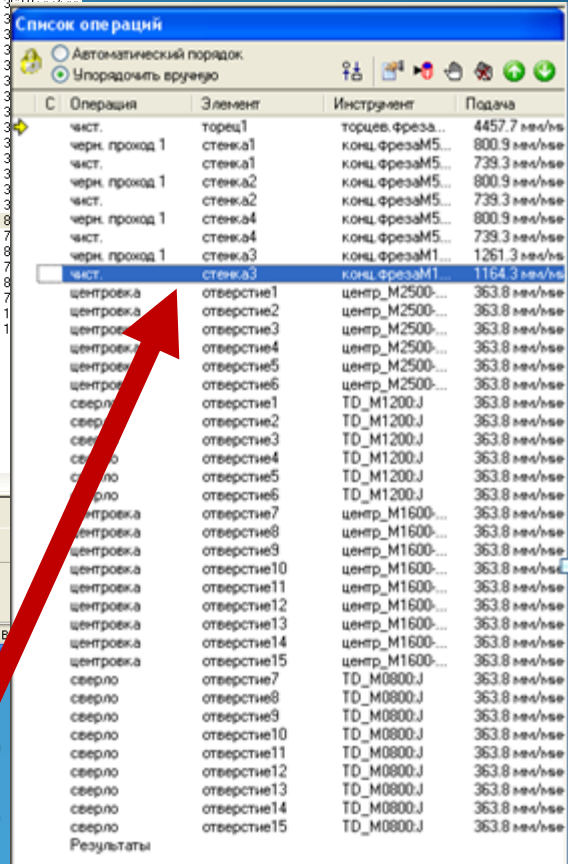
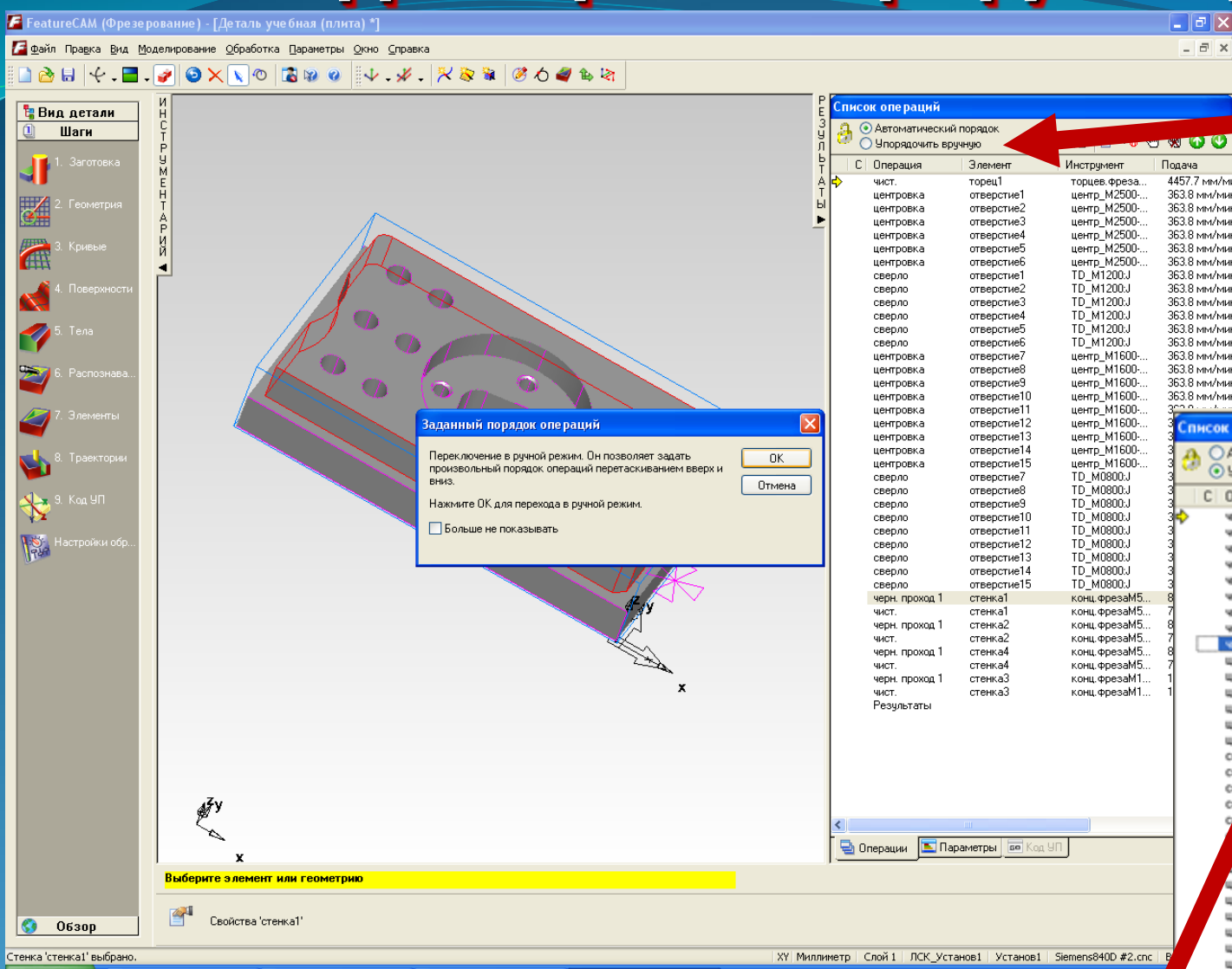
XY: Миллиметр Слой 1 ЛСК_Установ1 Установ1 Siemens840D #2.cnc Все 2 ядра

13:39

Целесообразно перенести эти переходы в начало операции

Корректировка маршрута обработки

Выбираем
«Упорядочить
вручную» и
подтверждаем
выбор

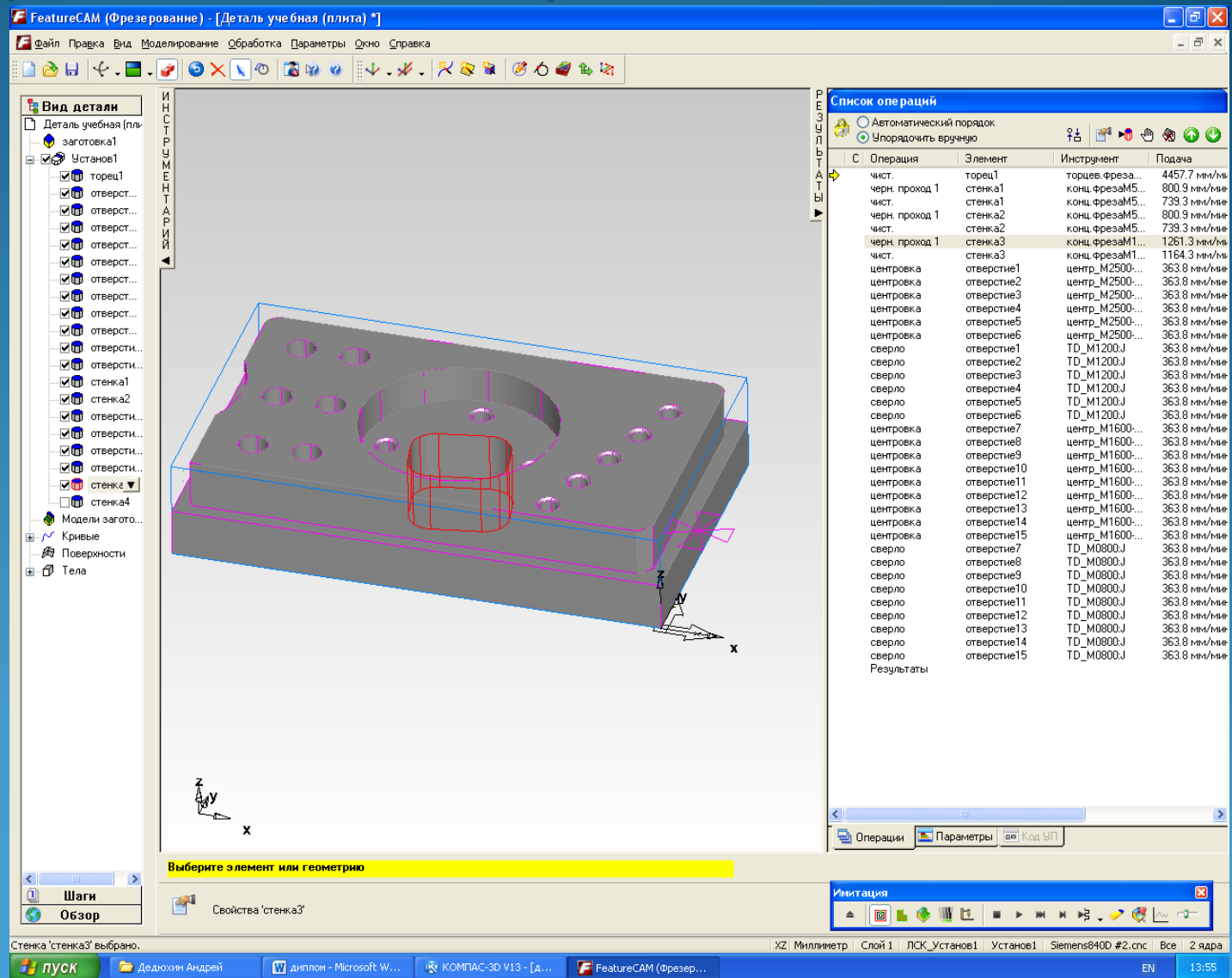


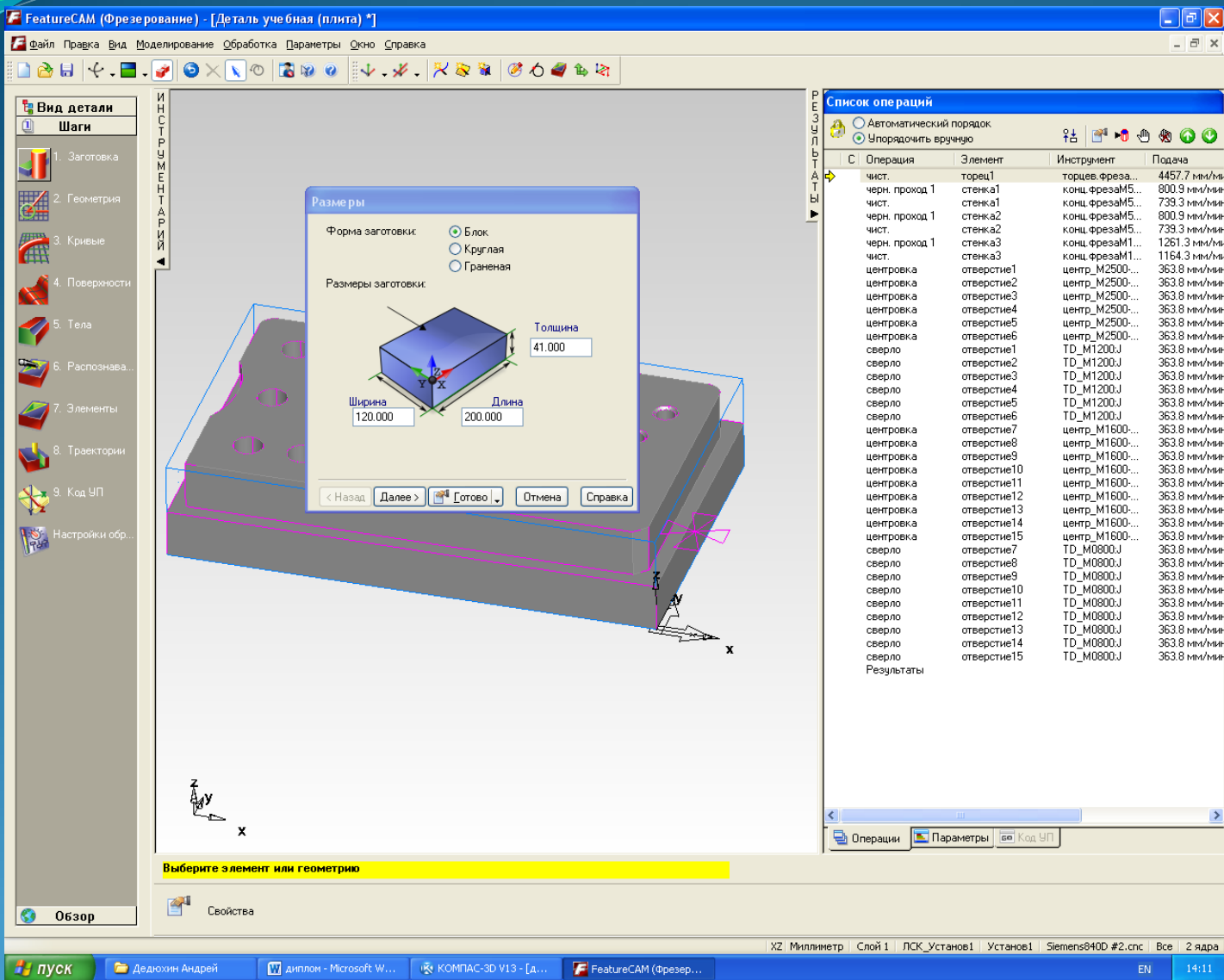
Фиксируем переходы ЛКМ и перетаскиваем
в требуемое место маршрута

20 Корректировка маршрута обработки

Анализируем маршрут, выявляем лишний переход - обработка стенок, по которым выполняется закрепление. Удаляем его:

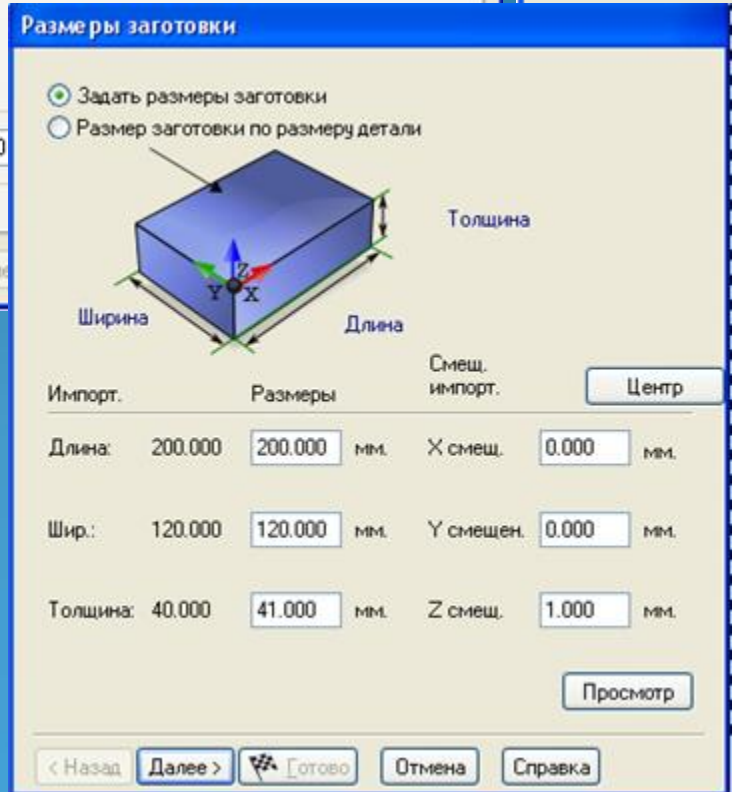
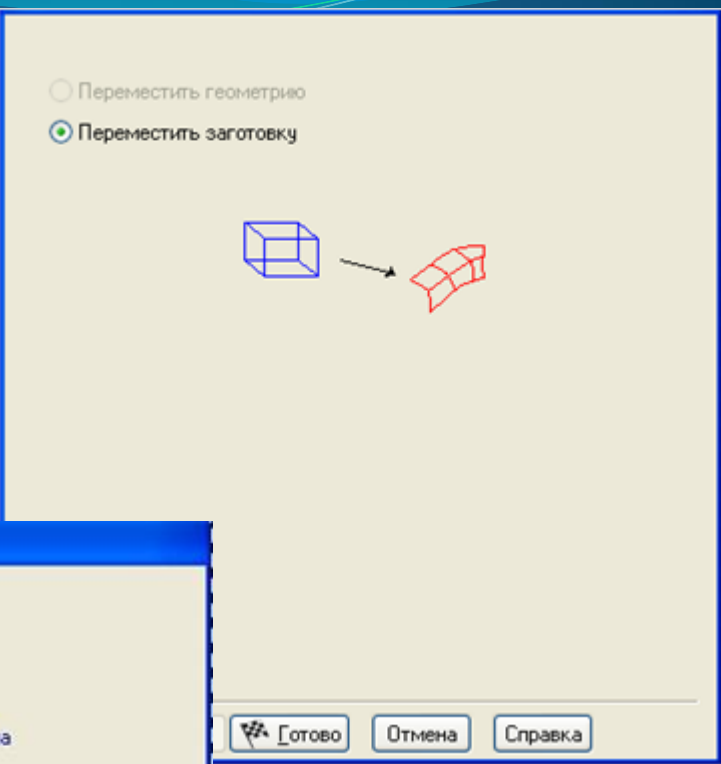
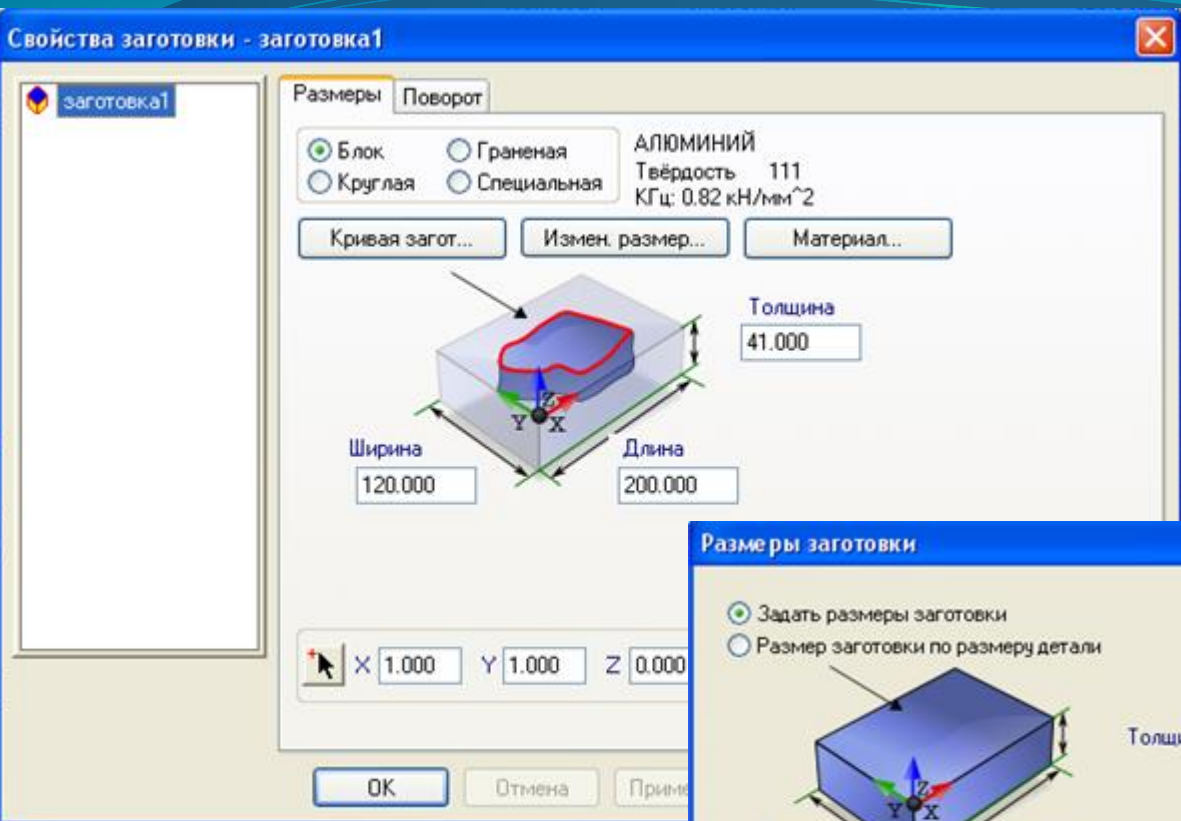
1. Выделяем нужную стенку в «списке операций».
2. Переходим на вкладку «вид детали».
3. Убираем галочку около выделенного элемента.





Так как по стенкам обработка не требуется, изменяем размеры заготовки

Корректировка размеров заготовки



Убираем припуск по координатам X и Y

Подтверждаем перенос контура заготовки

Создание управляющей программы

The screenshot shows the FeatureCAM (Фрезерование) - [Деталь учебная (плита) *] window. The interface includes a menu bar (Файл, Правка, Вид, Моделирование, Обработка, Параметры, Служба), a toolbar, and a main 3D view area. On the left, the 'Шаги' (Steps) list contains 9 items, with '8. Траектории' (Trajectories) highlighted. On the right, the 'Список операций' (List of operations) table is visible, showing various machining operations and their parameters. At the bottom, a yellow bar prompts 'Выберите элемент или геометрию' (Select element or geometry). A red arrow points from the '8. Траектории' step in the left sidebar to the 'Запуск' (Run) button in the bottom right corner of the software window.

С	Операция	Элемент	Инструмент	Подача
	чист.	торец1	торцев. фреза...	4457.7 мм/мин
	чист. проход 1	стенка1	конц. фрезаM5...	800.9 мм/мин
	чист.	стенка1	конц. фрезаM5...	739.3 мм/мин
	чист. проход 1	стенка2	конц. фрезаM5...	800.9 мм/мин
	чист.	стенка2	конц. фрезаM5...	739.3 мм/мин
	чист. проход 1	стенка3	конц. фрезаM1...	1261.3 мм/мин
	чист.	стенка3	конц. фрезаM1...	1164.3 мм/мин
	центровка	отверстие1	центр_M2500...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие2	центр_M2500...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие3	центр_M2500...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие4	центр_M2500...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие5	центр_M2500...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие6	центр_M2500...	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие1	TD_M1200J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие2	TD_M1200J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие3	TD_M1200J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие4	TD_M1200J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие5	TD_M1200J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие6	TD_M1200J	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие7	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие8	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие9	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие10	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие11	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие12	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие13	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие14	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	центровка	отверстие15	центр_M1600...	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие7	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие8	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие9	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие10	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие11	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие12	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие13	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие14	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	сверло	отверстие15	TD_M0800J	363.8 мм/мин
	Результаты			

**Запускаем расчёт
траектории обработки**

FeatureCAM (Фрезирование) - [Деталь учебная (плита) *]
Файл Правка Вид Моделирование Обработка Параметры Окно Справка

Вид детали
Шаги
1. Заготовка
2. Геометрия
3. Кривые
4. Поверхности
5. Тела
6. Распознава...
7. Элементы
8. Траектории
9. Код УП
Настройки обр...

Инструментарий

Выберите элемент или геометрию

Обзор

Свойства

Параметры обработки

Список операций

Список инструмента

СПИСОК ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ

Деталь: Деталь учебная (плита)

Установ: Установ1 (1 of 1)

Дата: 21 Июнь 2019 г. 14:25:47

Время: 10:07.6

Загот.: L 200.000 мм x W 120.000 мм x T 41.000 мм

Мат.: АЛЮМИНИЙ, 111.00 по Бринеллю, 0.82 кН/мм

Оп.: 1 торец1 (торец), Крепёж 1

П/С: 7800 об/мин, 4458 мм/мин (0.191 мм/зуб.)

Инстр: #1 (торцев.фрезаM3200, 32.000 мм)

Глубина: 1.000 мм

Другое: Шаг: 27.200 мм (85%)

Время: 0:31.9

Прибл. кВт: 1.66

Оп.: 2 стенка1 (черн.1), Крепёж 1

П/С: 1261 об/мин, 801 мм/мин (0.317 мм/зуб.)

Инстр: #2 (конц.фрезаM5000.reg, 50.000 мм)

Глубина: 20.000 мм

Другое: Шаг: 16.650 мм

Время: 1:50.0

Мощн.: 3.65 (расч. 3.65) кВт

Оп.: 3 стенка1 (чист.), Крепёж 1

П/С: 1940 об/мин, 739 мм/мин (0.191 мм/зуб.)

Инстр: #2 (конц.фрезаM5000.reg, 50.000 мм)

Глубина: 20.000 мм

Другое: Шаг: 1.250 мм

Время: 0:58.9

Прибл. кВт: 0.25

Оп.: 4 стенка2 (черн.1), Крепёж 1

П/С: 1261 об/мин, 801 мм/мин (0.317 мм/зуб.)

Инстр: #2 (конц.фрезаM5000.reg, 50.000 мм)

Глубина: 15.000 мм

Другое: Шаг: 16.650 мм

Время: 0:38.2

Мощн.: 2.73 (расч. 2.73) кВт

Оп.: 5 стенка2 (чист.), Крепёж 1

П/С: 1940 об/мин, 739 мм/мин (0.191 мм/зуб.)

Инстр: #2 (конц.фрезаM5000.reg, 50.000 мм)

Операции Параметры Код УП

Код УП

[(dnl: Деталь учебная (плита))

.Установ1

.Zakazka:41/07/000

.FeatureCAM

.Programator - Lindovsky, datum: 6-21-2019

.Obrob: торец1

.Nastroj: торцев.фрезаM3200

.Programovany pr. nastroje: 32.0

N0060 G54

N0065 T1 M6

N0070 G94S7800F2500.M3M8

N0075 G0 X16.0 Y8.64

N0080 G0Z44.0

N0085 G1 Z40.0

N0090 X-216.0

N0095 Y33.28

N0100 X16.0

N0105 Y57.92

N0110 X-216.0

N0115 Y82.56

N0120 X16.0

N0125 Y107.2

N0130 X-216.0

N0135 G0Z66.0

N0140 Z250.

N0145 M1

.Obrob: стенка1

.Nastroj: конц.фрезаM5000.reg

.Programovany pr. nastroje: 50.0

N0175 T2 M6

N0180 G94S1261F400.M3M8

N0185 G0 X-138.0 Y140.25

N0190 G0Z43.0

N0195 G1 Z40.03

N0200 X-188.0 Z36.024

N0205 X-138.0 Z32.018

N0210 X-188.0 Z28.012

N0215 X-138.0 Z24.006

N0220 X-188.0 Z20.0

N0225 X-12.0 F801.

N0230 G2 X20.25 Y108.0 I0. J-32.25

N0235 G1 Y11.0

Операции Параметры Код УП

Имитация

XY Миллиметр Слой 1 ЛСК_Установ1 Установ1 Сп...

пуск

Дедюлин Андрей

Диплом - Microsoft W...

КОМПАС-3D V13 - [Д...

FeatureCAM (Фрезер...

Управляющая программа