



СЕВЕРНЫЙ (АРКТИЧЕСКИЙ)
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА



PRO
INTEGRATION

Русановский Сергей Александрович
Худяков Михаил Павлович
Бузык Глеб Борисович

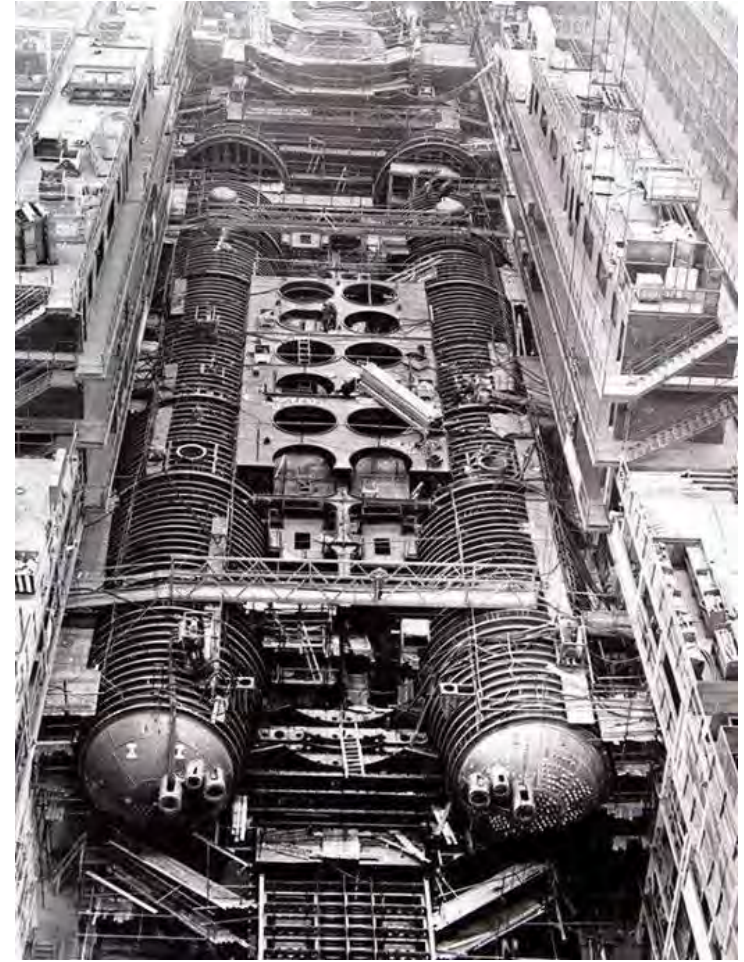
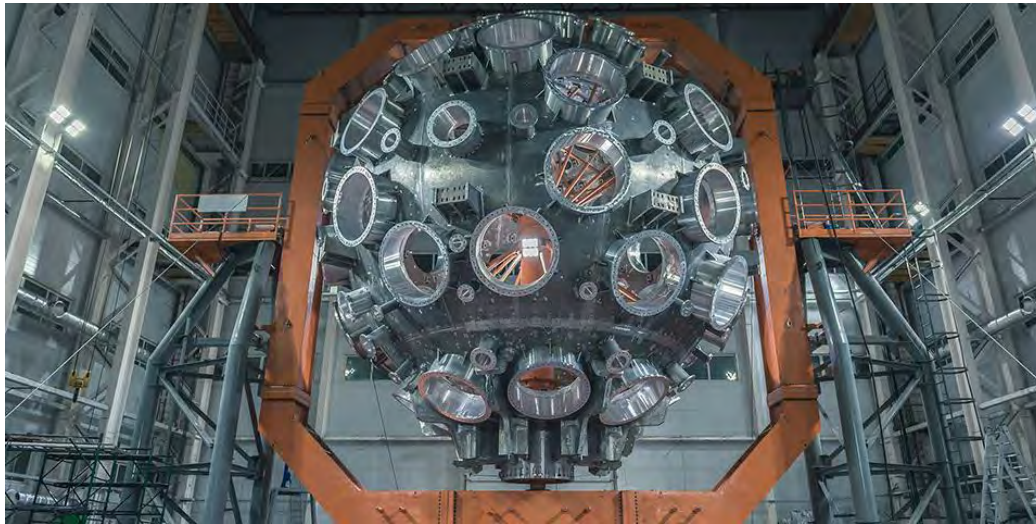
Доклад

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ФАСКИ ОТВЕРСТИЙ ПОД ВВАРКУ НАСЫЩЕНИЯ В КОРПУСАХ ОБЪЕКТОВ ПОДВОДНОГО КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ

Северодвинск 2021



011 ОБЪЕКТЫ



Актуальность

Обработка и повышение точности обработки кромок в толстостенных оболочках, создание предпосылок для автоматизации процесса обработки.

Цель

Создание методических основ формализованного описания фасок толстолистовых конструкций, позволяющих выполнение данного этапа производства в рамках «цифрового» производства.

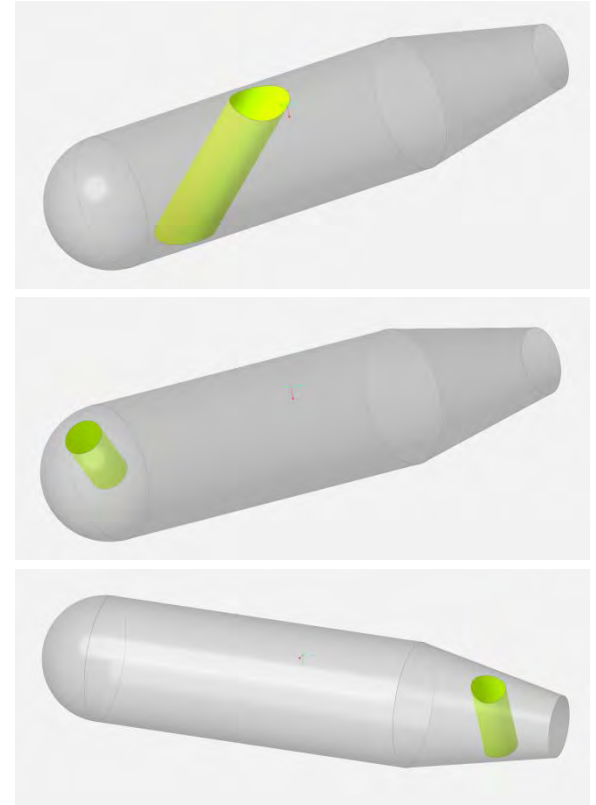
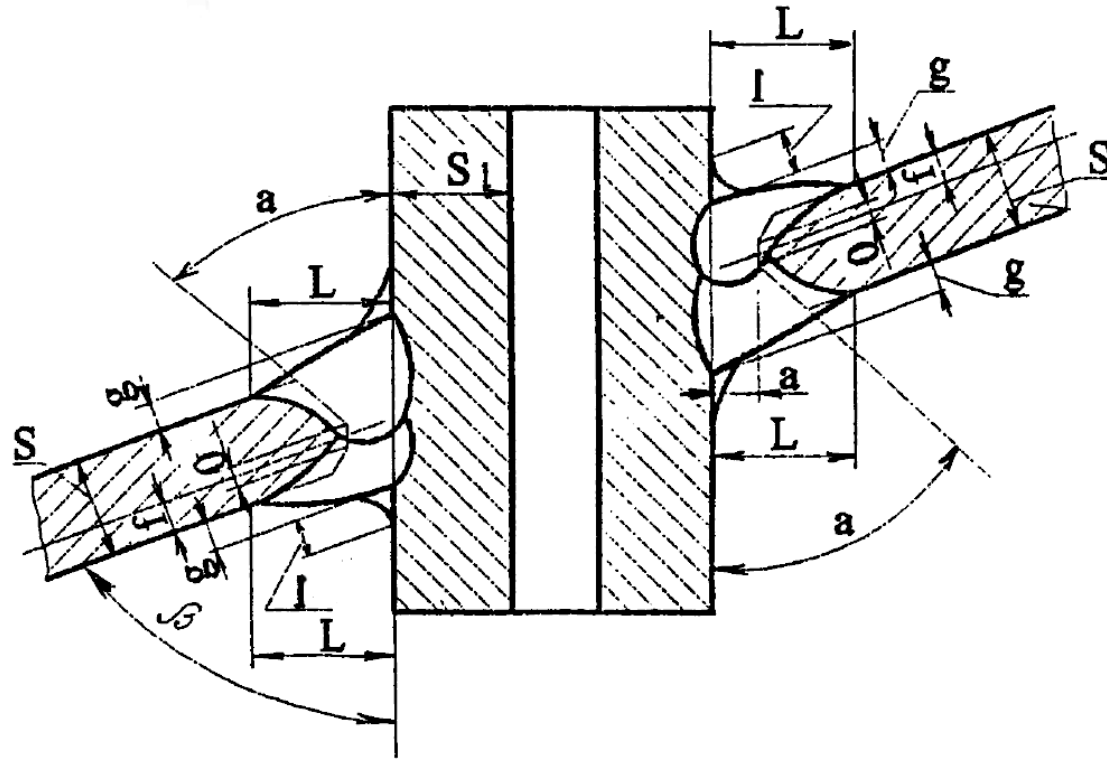
Задачи

- Идентификация поверхности с целью их формального описания
- Создание мат описания на основании идентификации.
- создание геометрической методики моделирования фасок и проверка её на адекватность, воспроизводимость и устойчивость.
- Эксперимент для апробации применимости методики.

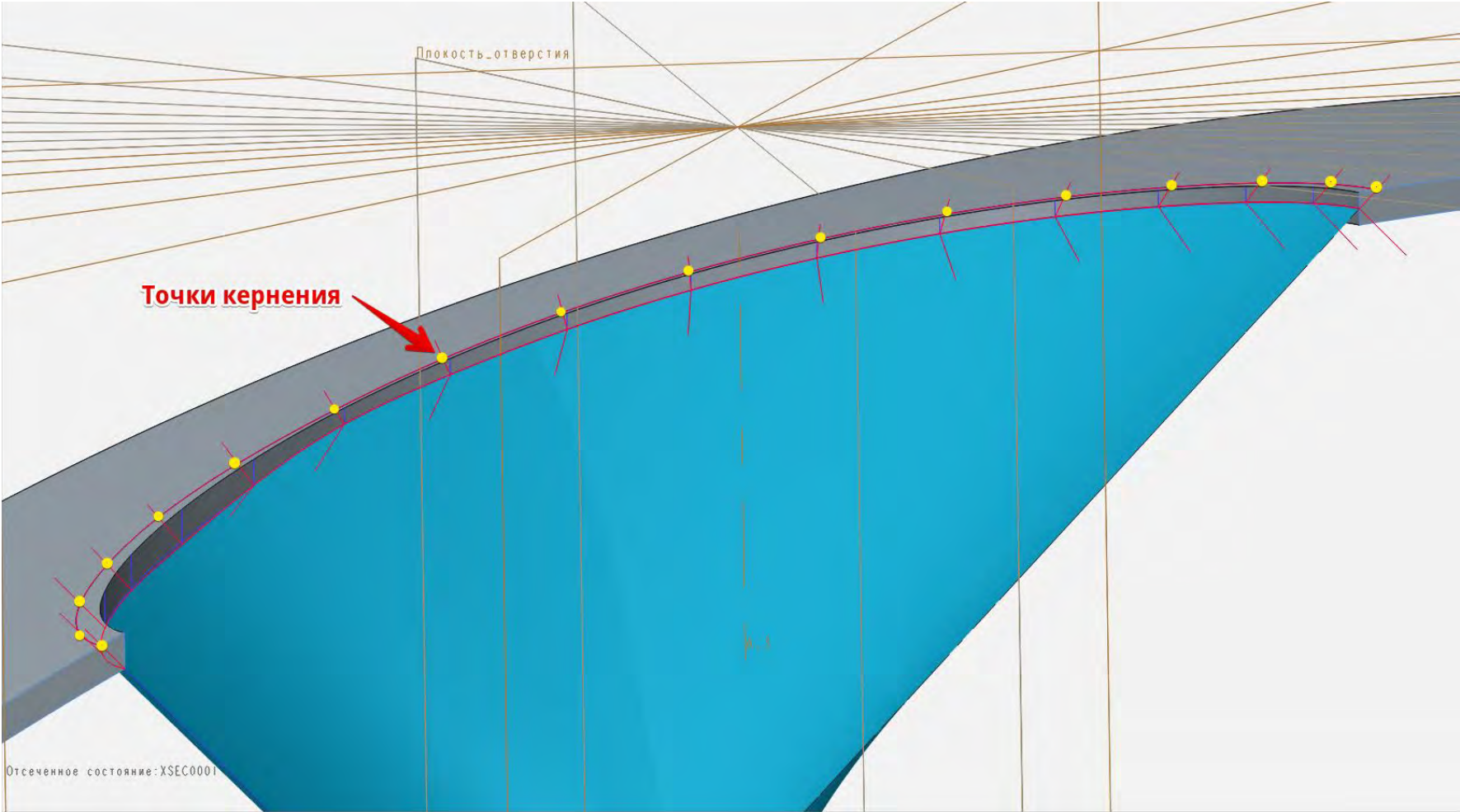
Объект исследования

Форма кромок отверстий в толстостенных оболочках.

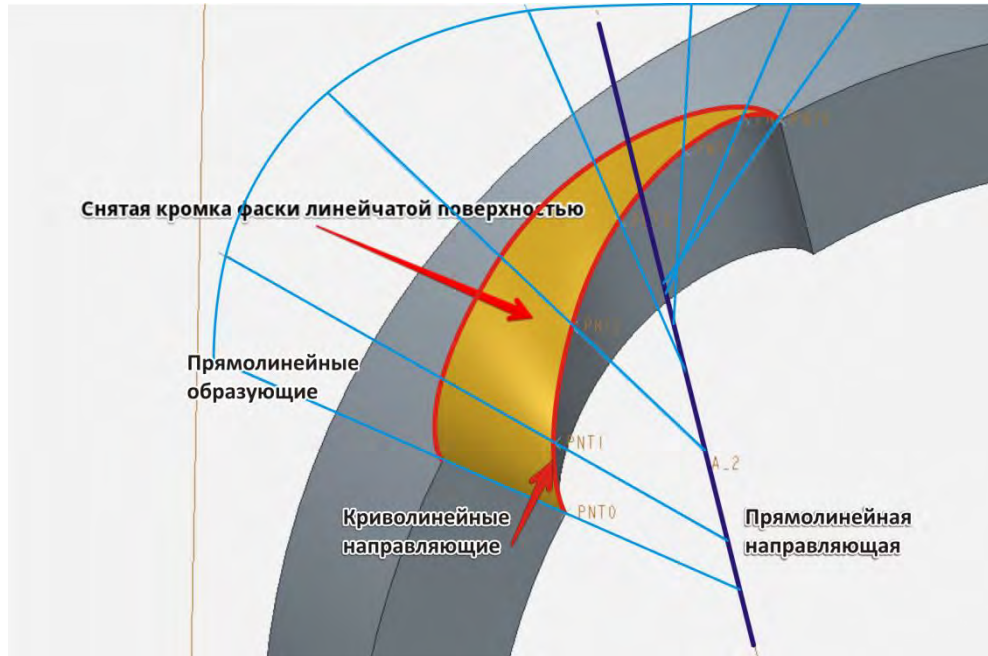
ОЗІ ТИПОВОЙ СВАРОЧНЫЙ УЗЕЛ ДЛЯ РАССМАТРИВАЕМЫХ ВЫРЕЗОВ



04I СУЩЕСТВУЮЩАЯ ГЕОМЕТРИЯ РАЗДЕЛКИ ФАСОК



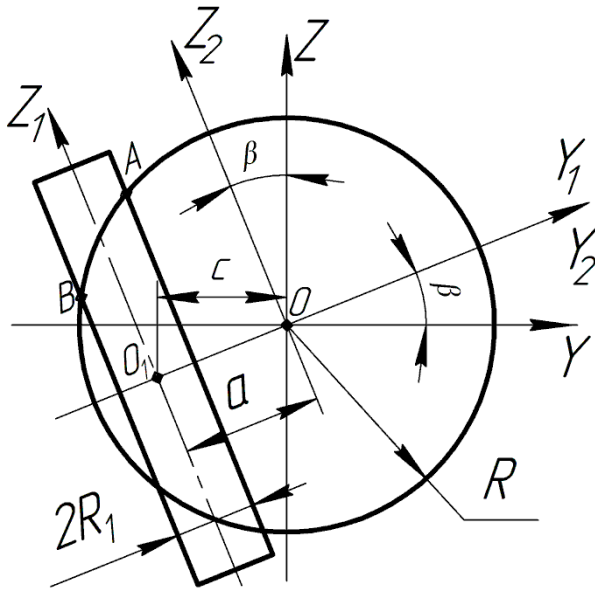
051 ГЕОМЕТРИЯ ФАСКИ ОТВЕРСТИЙ



ОБЪЕКТНО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ

Уравнение линии пересечения цилиндров

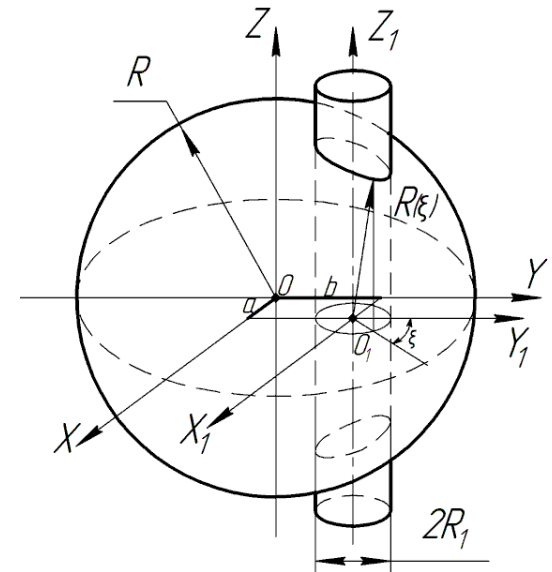
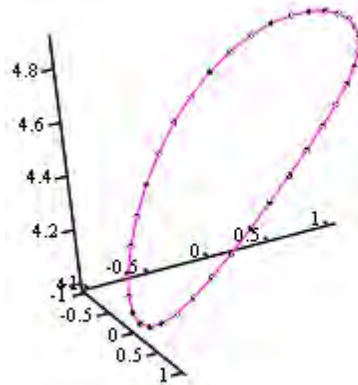
$$\begin{aligned}x &= R_1 \cdot \sin \xi \\y &= (R_1 \cdot \cos \xi + a) \cdot \cos \beta - \sqrt{R^2 - (R_1 \cdot \cos \xi + a)^2} \cdot \sin \beta \\z &= (R_1 \cdot \cos \xi + a) \cdot \sin \beta + \sqrt{R^2 - (R_1 \cdot \cos \xi + a)^2} \cdot \cos \beta\end{aligned}$$



Уравнение линии пересечения цилиндра и сферы

$$\begin{aligned}x &= R_1 \sin \xi + a \\y &= R_1 \cos \xi + b \\z &= \sqrt{R^2 - (R_1 \sin \xi + a)^2 - (R_1 \cos \xi + b)^2}\end{aligned}$$

Линия пересечения



(x_0, y_0, z_0)

071 ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЛИЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК

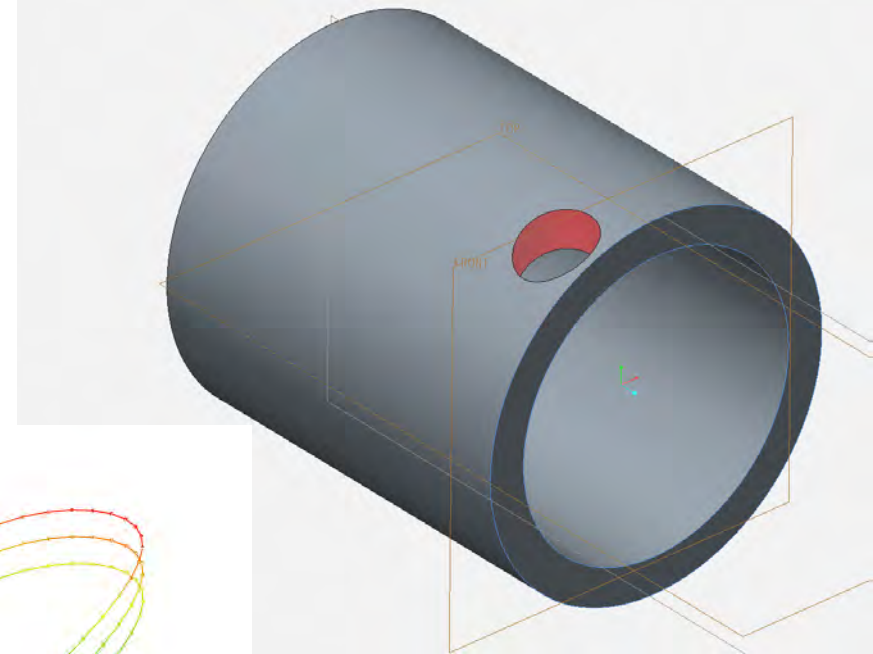
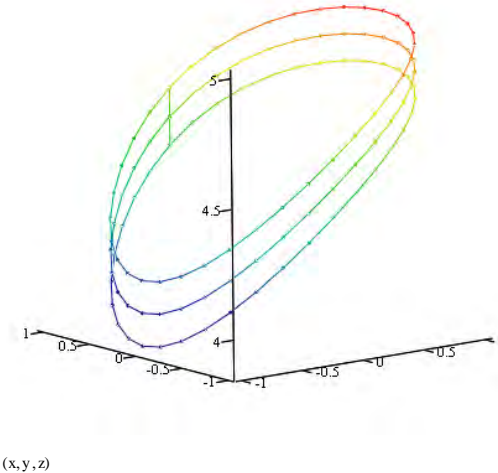
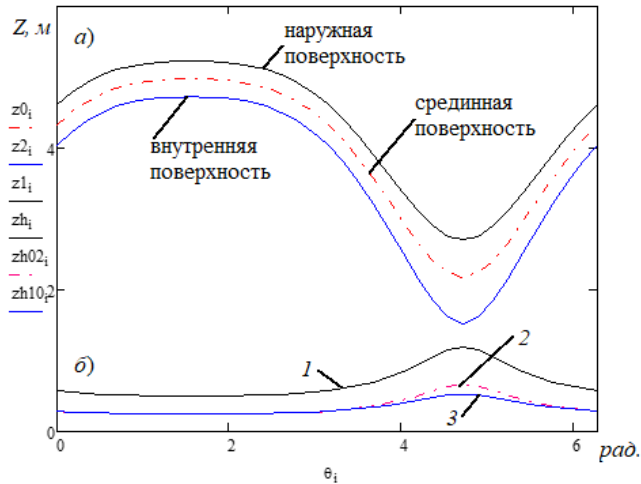
**УРАВНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ
НАЛИЧИИ ТОЛЩИНЫ У ОБОЛОЧКИ**

$$x = R_1 \cdot \sin \xi$$

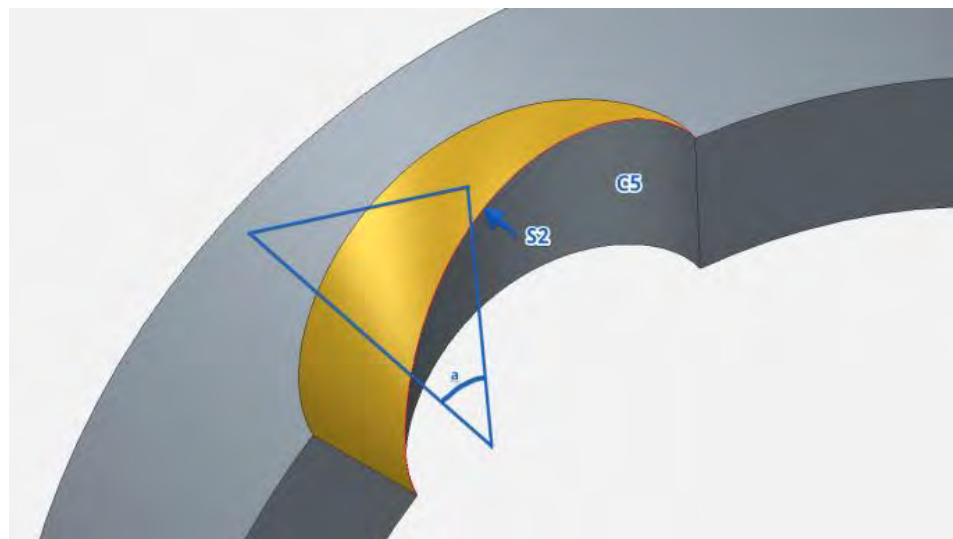
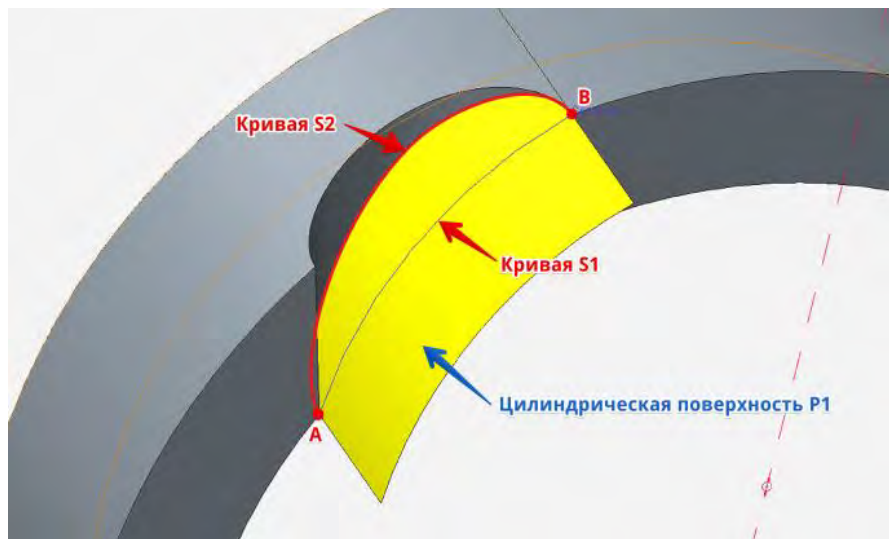
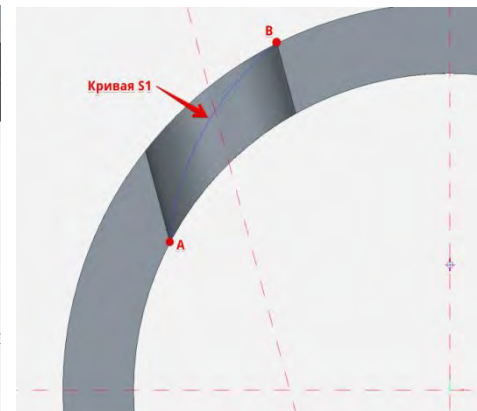
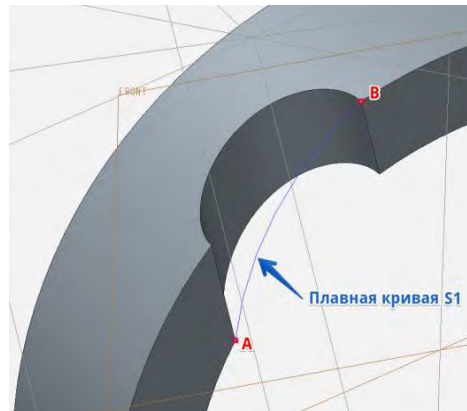
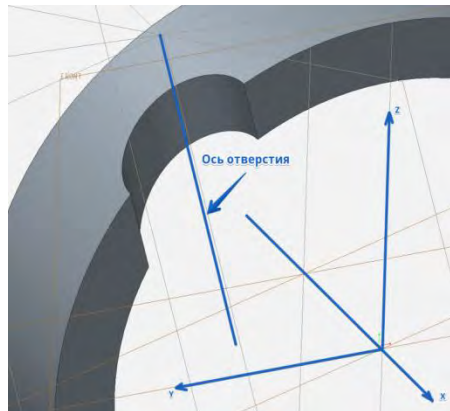
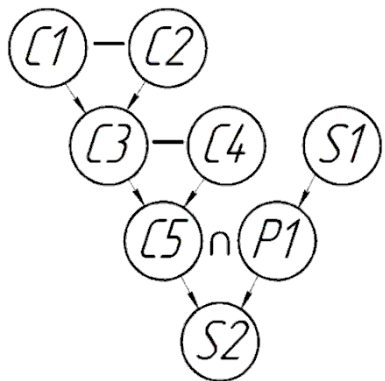
$$y = R_1 \cdot \cos \xi + a$$

$$\sqrt{\left(R - \frac{h}{2}\right)^2 - (R_1 \cdot \cos \xi + a)^2} \leq z \leq \sqrt{\left(R + \frac{h}{2}\right)^2 - (R_1 \cdot \cos \xi + a)^2}$$

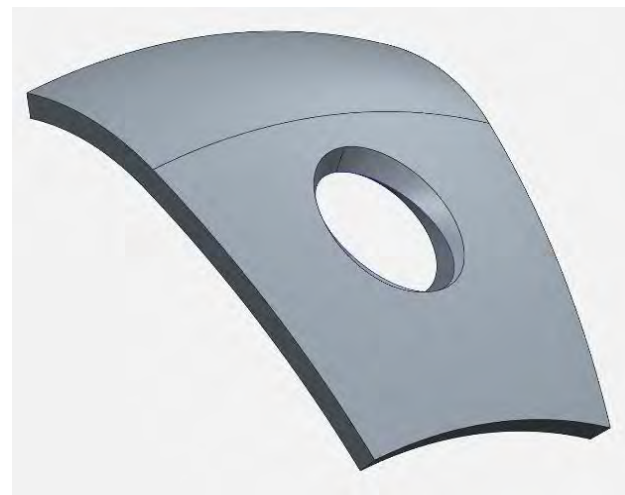
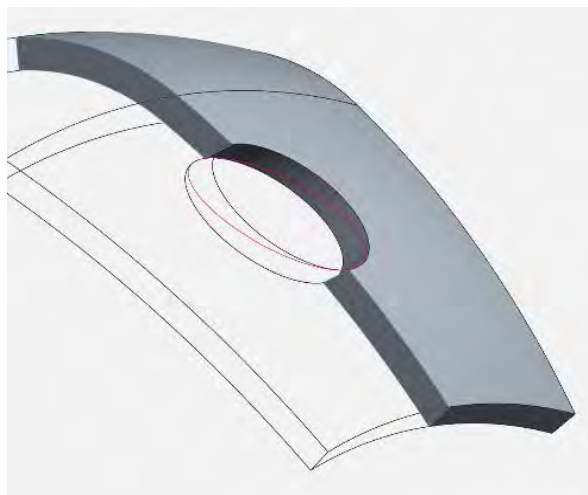
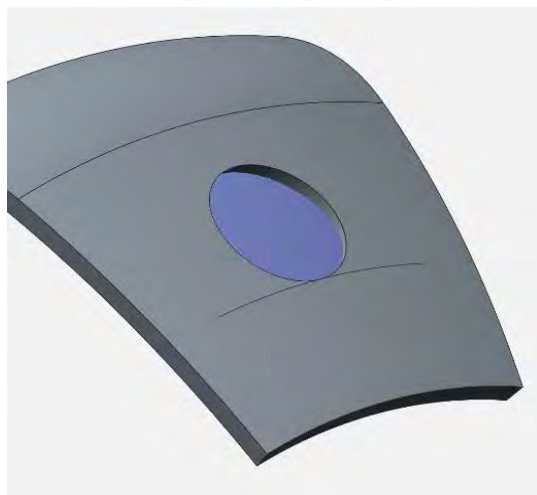
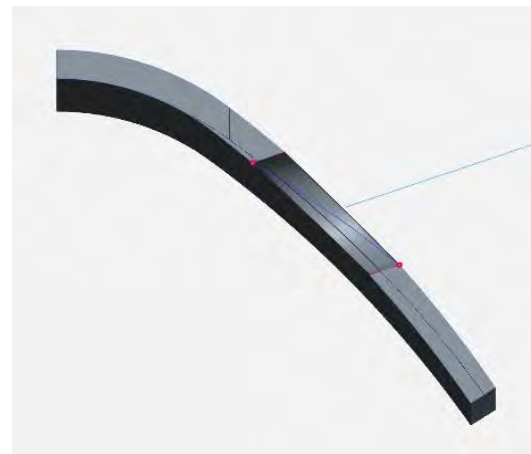
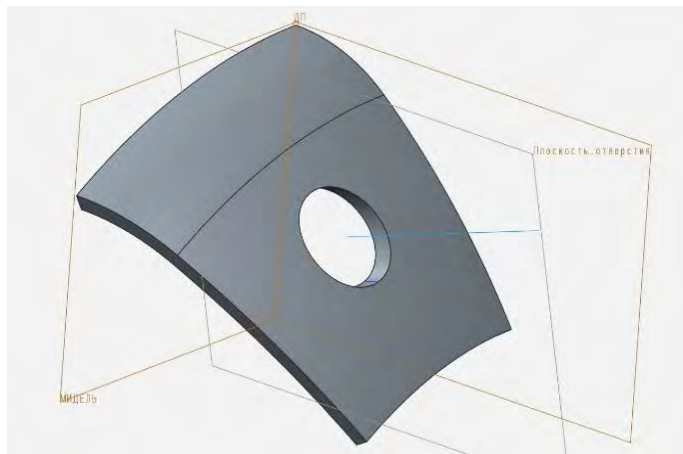
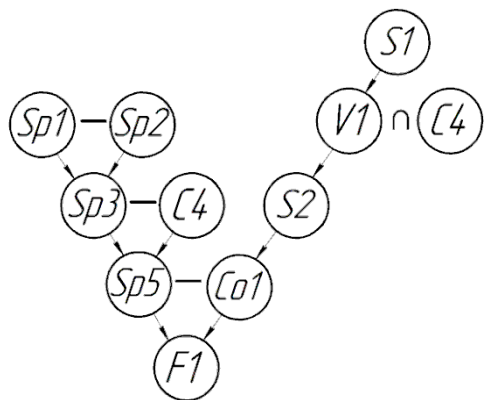
ГРАФИК ИЗМЕНЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ВЫРЕЗА



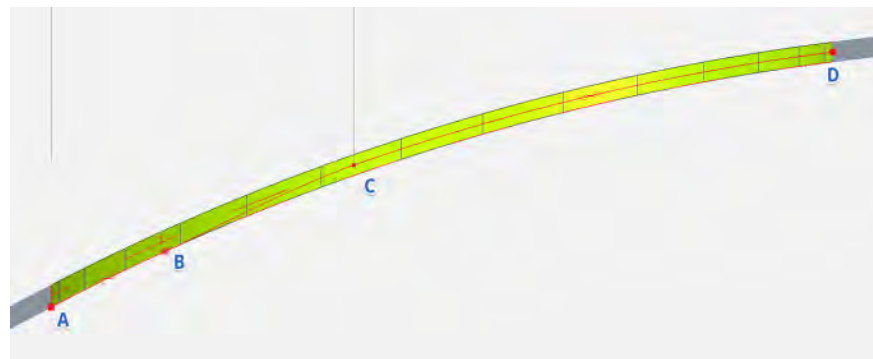
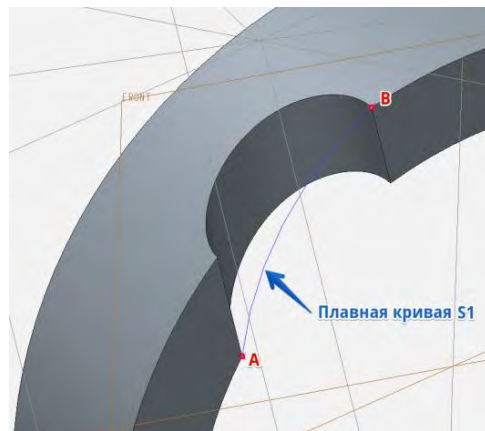
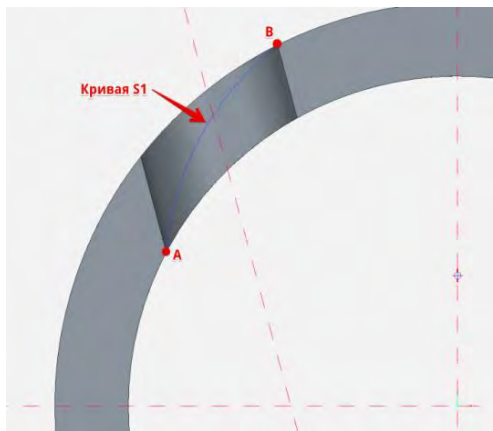
081 МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ФАСКИ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧКАХ



091 МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ НА СФЕРИЧЕСКИХ ИЛИ КОНИЧЕСКИХ ОБОЛОЧКАХ



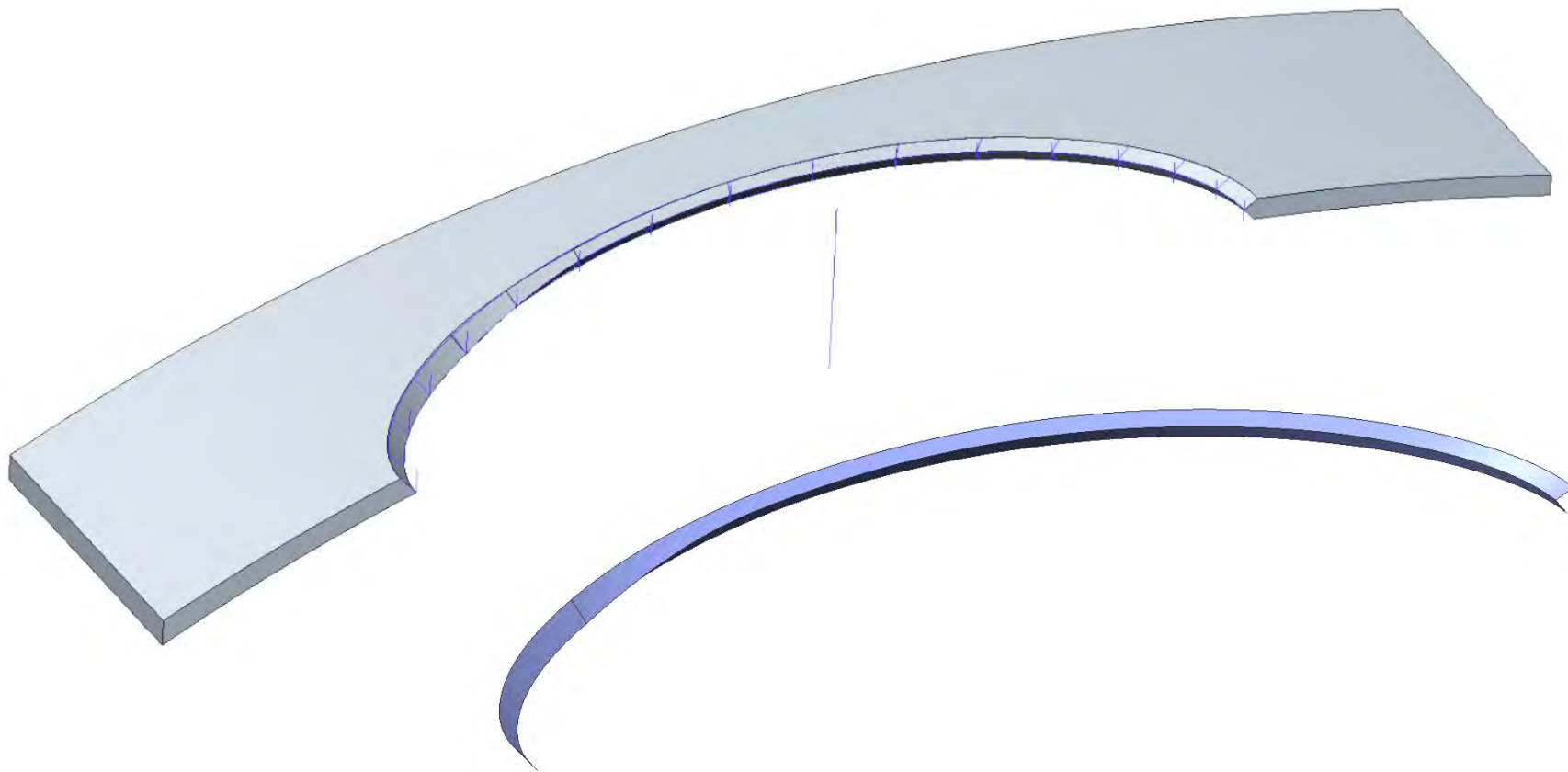
10I ФОРМА ПЛОСКОЙ ПЛАВНОЙ КРИВОЙ НА ОСНОВЕ СОПРЯЖЕННЫХ ДУГ ИЛИ БИАРОК



11 КОМПЬЮТЕРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ



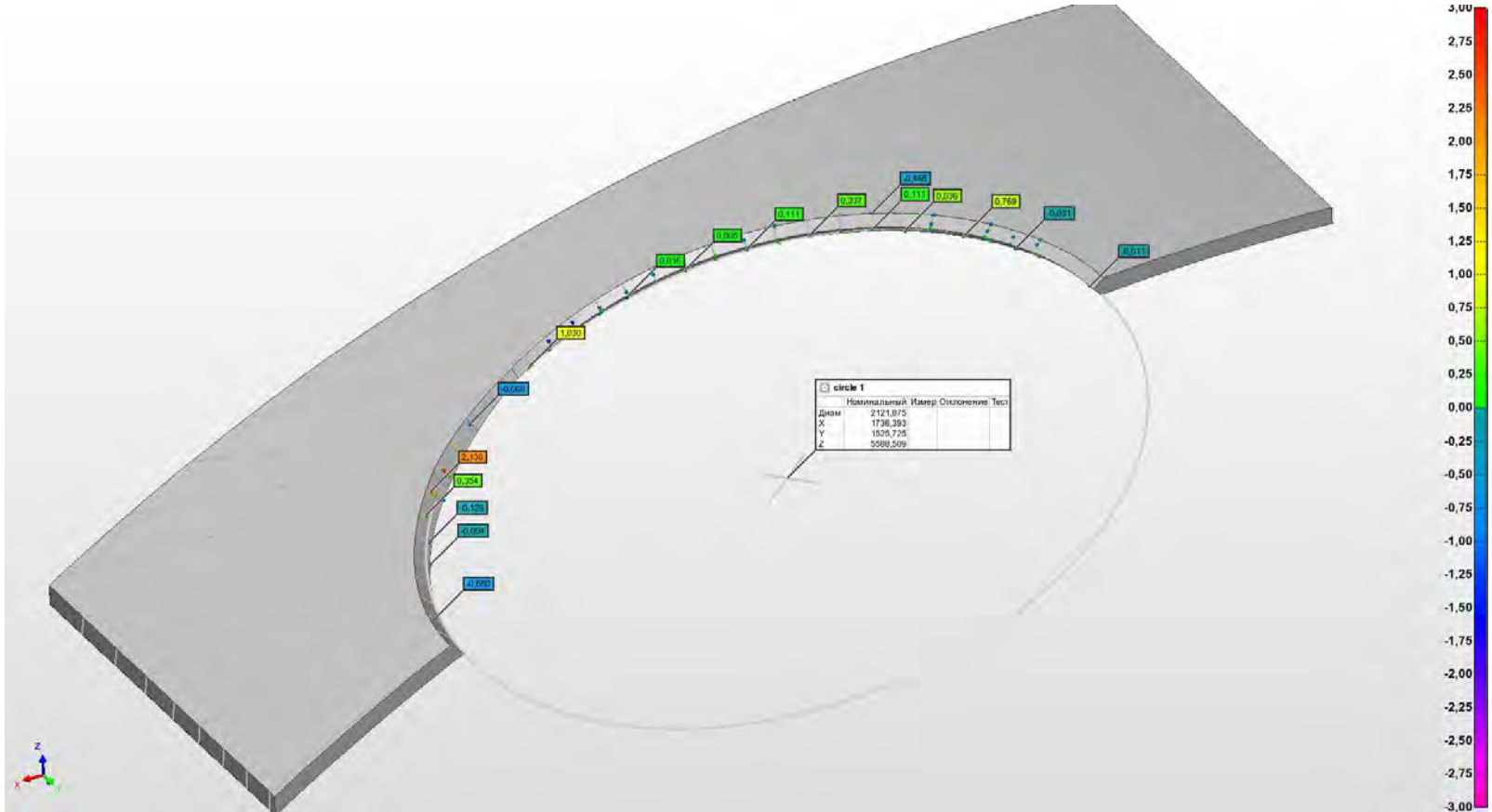
СЕВЕРНЫЙ (АРКТИЧЕСКИЙ)
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА



11 КОМПЬЮТЕРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ



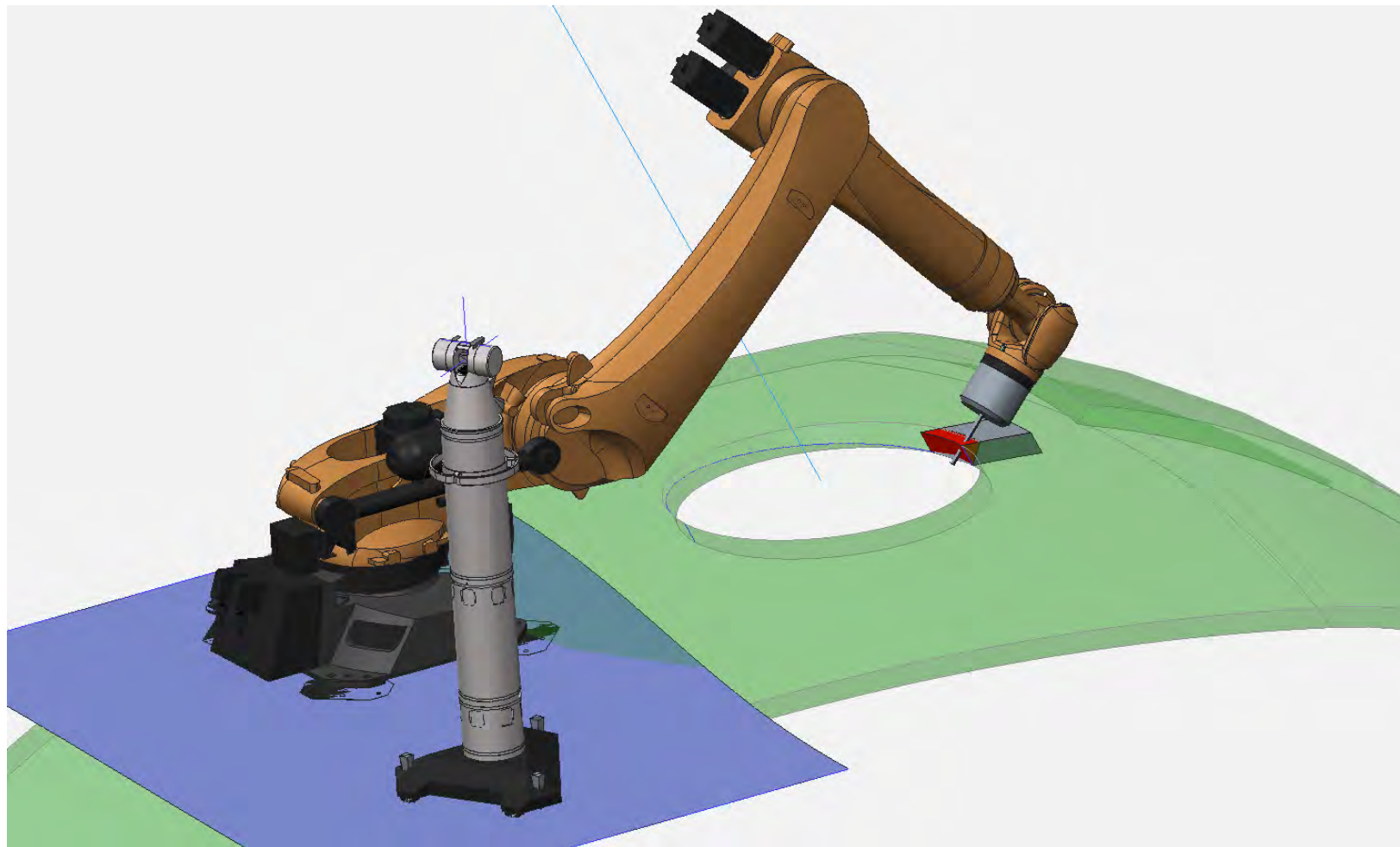
СЕВЕРНЫЙ (АРКТИЧЕСКИЙ)
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА



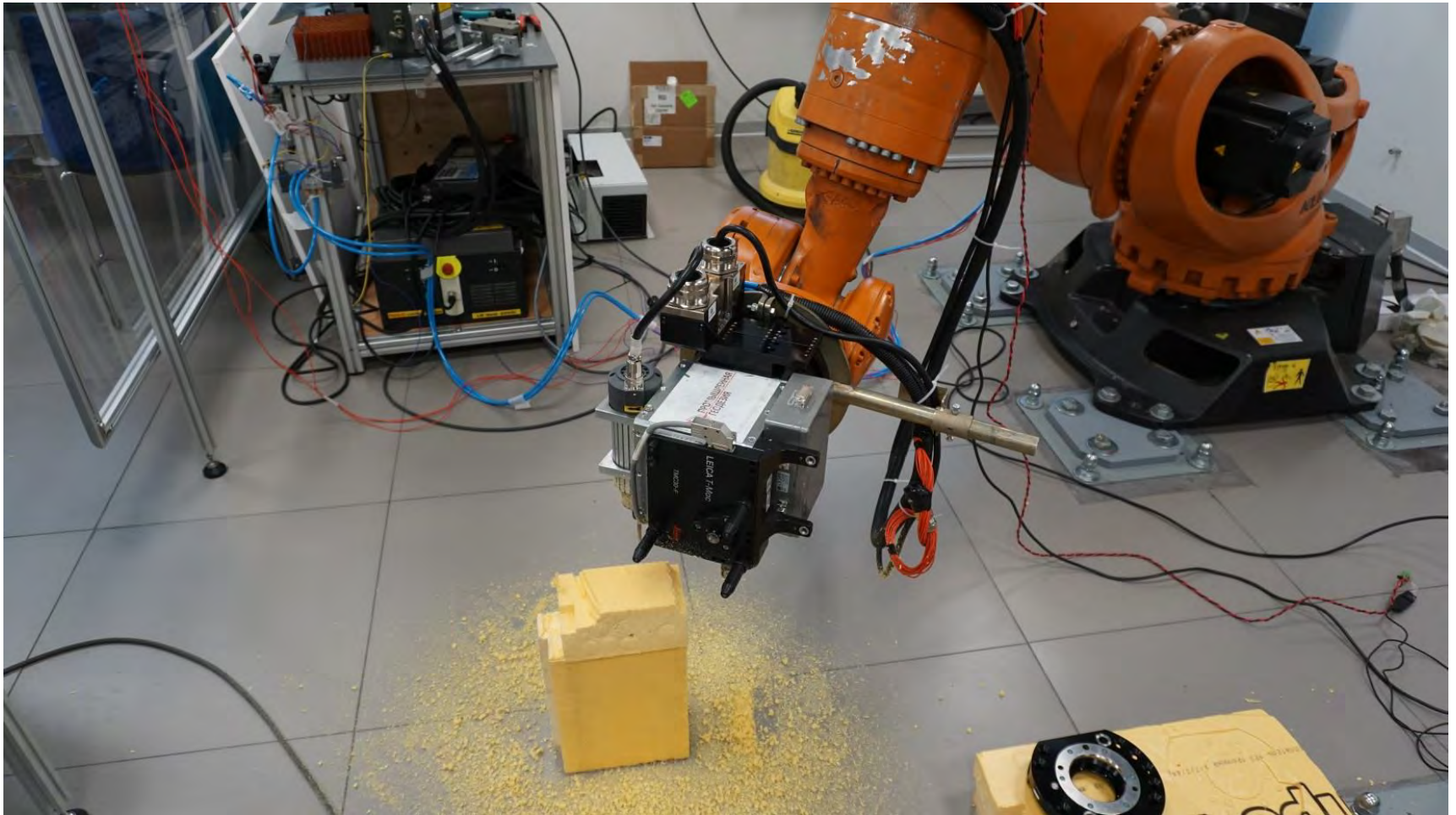
121 ПОДГОТОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА



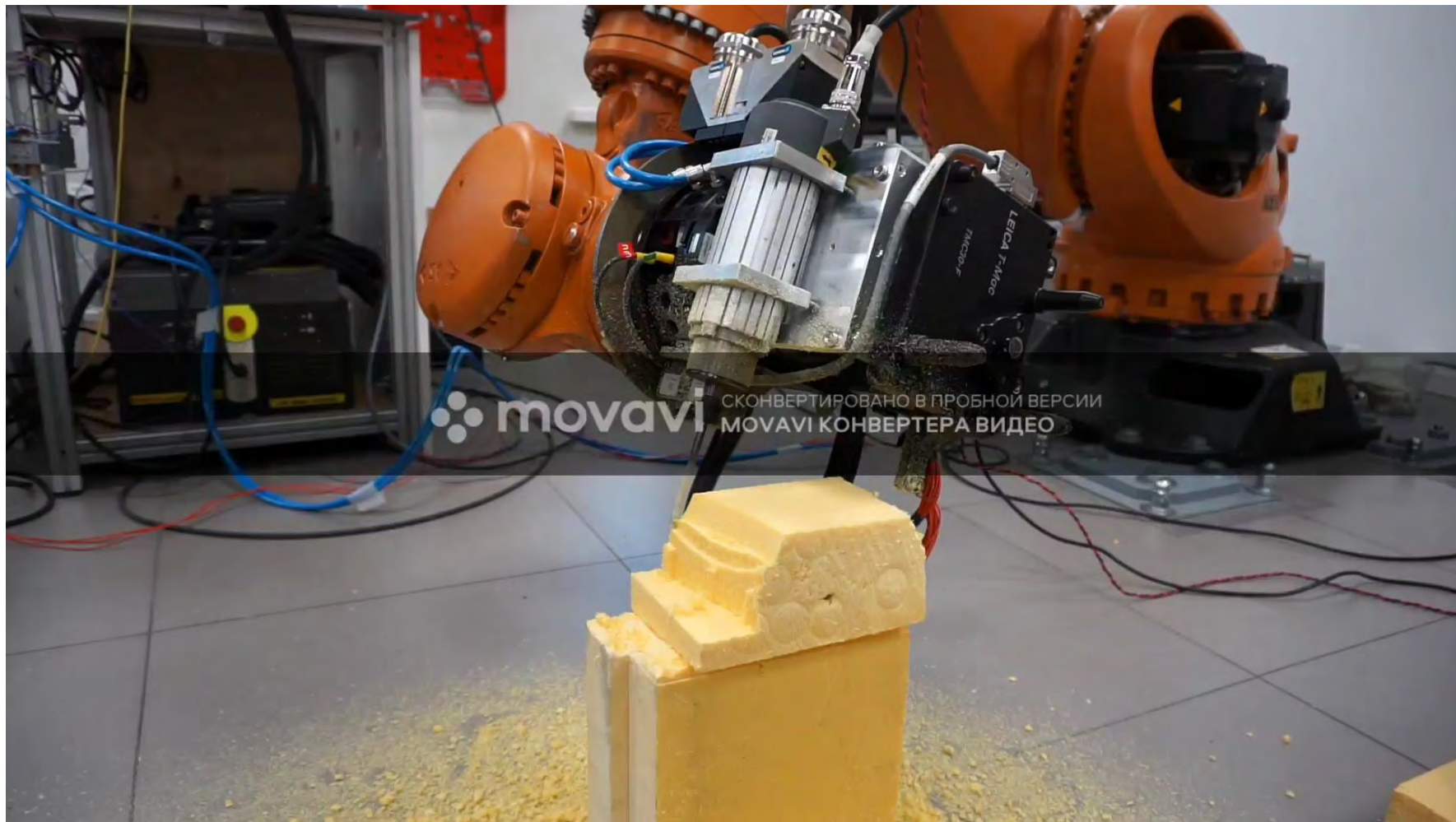
СЕВЕРНЫЙ (АРКТИЧЕСКИЙ)
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА



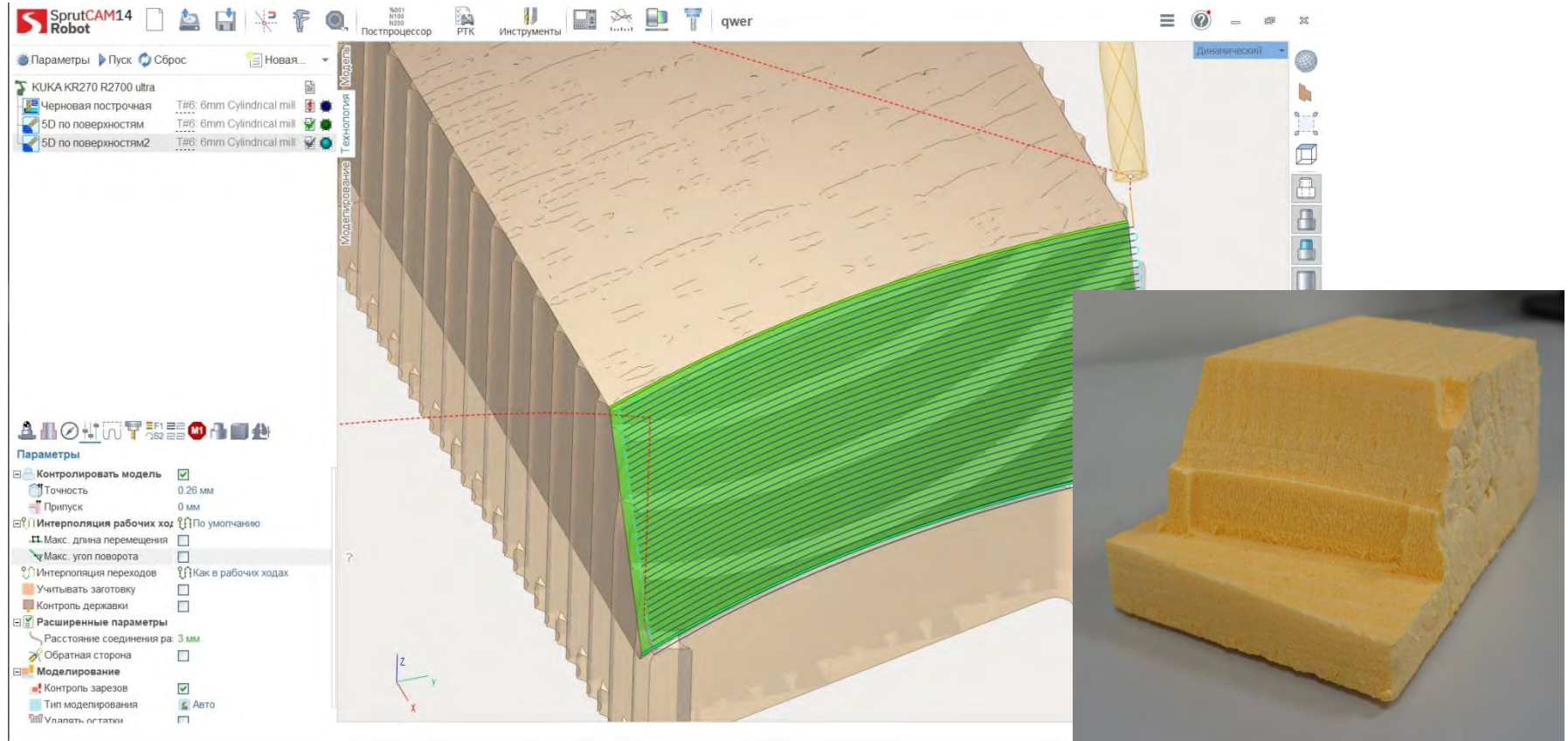
131 ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА



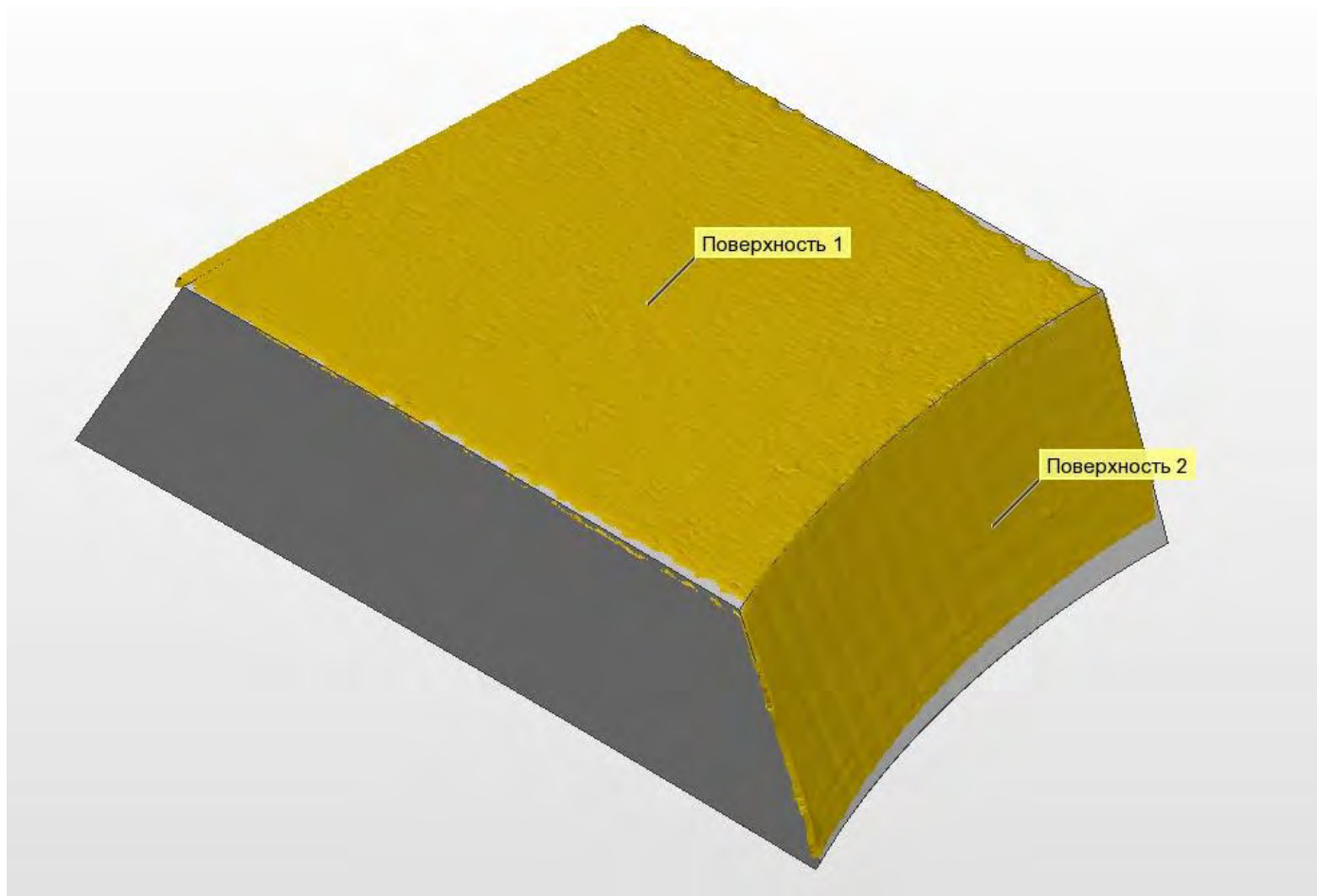
131 ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА



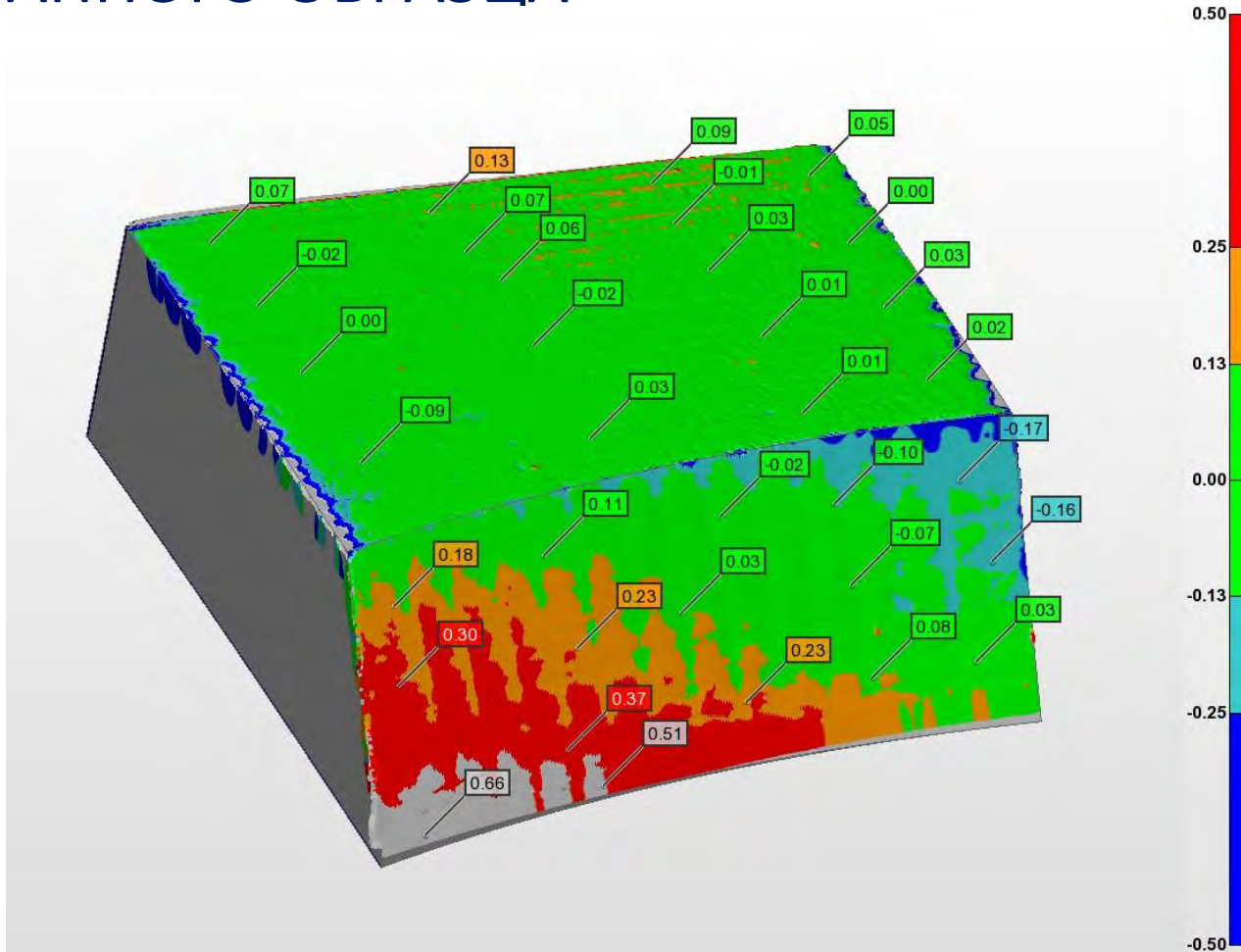
14I САМ-ОБРАБОТКА И ИТОГОВЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

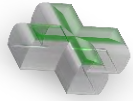


151 РЕЗУЛЬТАТЫ ЦИФРОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ОБРАБОТАННОГО ОБРАЗЦА



151 РЕЗУЛЬТАТЫ ЦИФРОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ОБРАБОТАННОГО ОБРАЗЦА





Результаты

- + Определен тип поверхности кромок отверстия.
- + Разработан математический аппарат описания поверхностей разделки кромок отверстий.
- + Разработана геометрическая модель кромок отверстий.
- + Устойчивость геометрической модели подтверждена в широких пределах.
- + Разработана методика геометрического моделирования кромок отверстий в цилиндрических, сферических и конических оболочках.
- + Выполнен валидационный эксперимент для отверстия в сфере.
- + Точность готового изделия при механической обработке удовлетворяет требованиям нормативной документации.



Перспективы

Созданы **препосылки** и **дальнейшие шаги** для цифровизации корпусного производства. Разработанные модели укладываются в общую методику проектирования специализированных технологических комплексов. Возможность модернизации сварочных узлов по различным критериям. Продолжение серии экспериментов на сталях типа АБ.

Спасибо за внимание!