

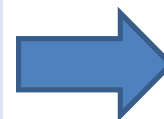
Исполнительные системы формообразования эффективных оптимальных конструкций

(армированные анизотропные конструкции,
автоматические системы формообразования)

Прокофьев Г.И.

Эффективные оптимальные несущие конструкции *(определяются изделием)*

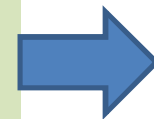
- Необходимы для достижения амбициозных ТТХ *изделий*
- Зарождаются на ранней стадии проектирования *изделий*
- Призваны заменить сборки деталей



Облик эффективных конструкций и требования к ним



- Несут заданные физические и химические нагрузки
- Удовлетворяют критерию оптимизации



Характеристики оптимальных конструкций



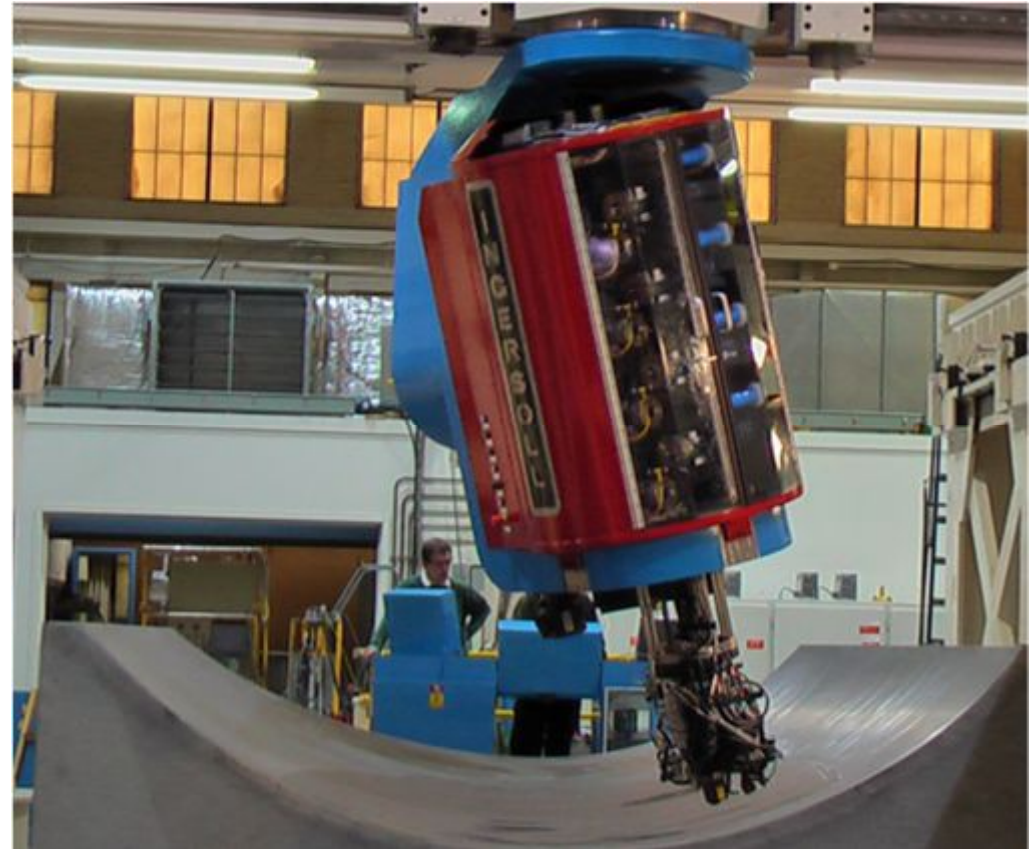
Параметры оптимизации конструкции

(процесса формообразования – *определяются требуемой технологией*)

Параметр оптимизации	Диапазон изменения	
	от	до
Геометрическая форма поверхностей	развёртывающейся на плоскость	с двойной знакопеременной кривизной
Компонентный состав композита	постоянного	переменного
Структура армирования	слоистой, с плотной упаковкой	неслоистой с плотной и неплотной упаковкой
Траектории армирования	геодезических «бесконечной» длины	негеодезических траекторий конечной длины
Технологические параметры формования	в широких пределах (силы натяжение арматуры, соотношение масс компонентов, температура)	

Автоматические технологии формообразования

Точная укладка
материала вдоль
заданных траекторий
армирования на
«сложных» поверхностях
и управление
параметрами
оптимизации требует
применения
автоматизированных
технологий
формообразования



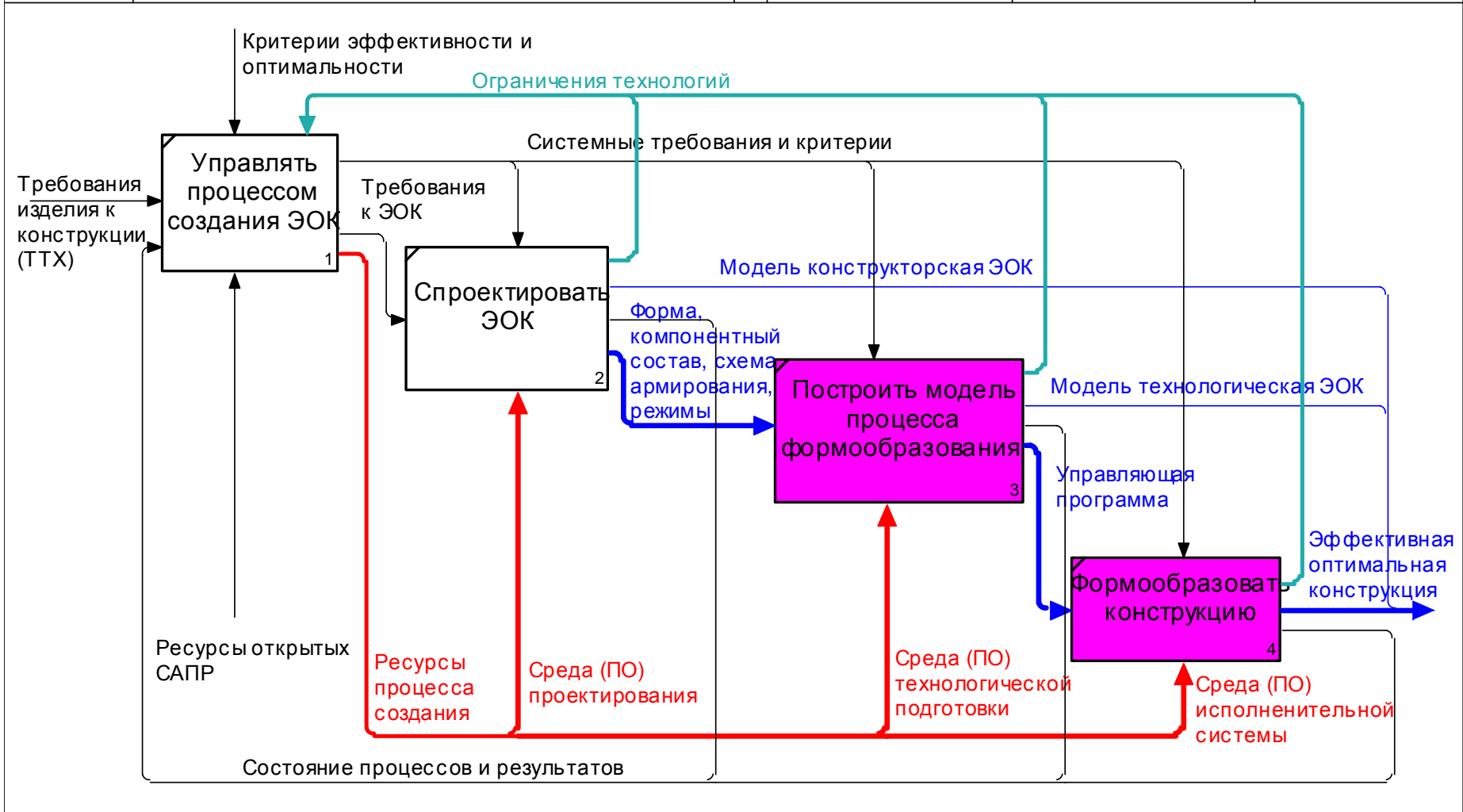
Характеристики автоматизированных технологий и конструкций

Назначение конструкций	Детали для сборки
Габариты конструкций	Ограничены конструкцией машины
Толщина конструкций	Малая (относительно линейных размеров)
Структура армирования	Слоистая (низкие напряжения межслойного сдвига)
Класс поверхностей выкладки	Близкие к развертывающимся на плоскость
Траектории армирования	Близкие к геодезическим
Состав и соотношение масс компонентов	Постоянный
Тип однонаправленного армирующего материала	Предварительно пропитанный, «сухой» (препрег – переработанный исходный материал)
Фиксация материала на поверхности выкладки	Посредством изменения свойств нагретого и охлаждённого связующего, формующего ролика
Обрезка и подача материала ленты в зону укладки (формирование края)	Каждого жгута
Тракты протяжки	С вращающимися и не вращающимися проводниками
Типы накопителя материалов	Большого объёма с инерционным сматыванием жгутов
Силы натяжения укладываемого	Значительные

Требуемая компоновка исполнительной системы

- Параллельно работающие контурные роботы с перекрывающимися рабочими зонами манипуляторов
- Сменные рабочие органы роботов, формирующие из различных первичных материалов их накопителей несвязанную однонаправленную ленту с управляемым соотношением масс компонентов
- Участки зарядки и транспортная система сменных рабочих органов роботов
- Программное управление процессом, компонентным составом и технологическими параметрами

USED AT:	AUTHOR: Прокофьев Г.И.	DATE: 05.11.2012	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: A-0
	PROJECT: ПО выкладки	REV: 08.11.2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		PUBLICATION			



NODE: A0	TITLE: Спроектировать и формообразовать эффективную оптимальную конструкцию (ЭОК)	NUMBER:
--------------------	---	---------

Плата за расширение ограничений

(информационная)

**Рост объема данных и преобразований
связанный с детализацией:**

- **задания внутренней структуры и схемы армирования оптимальной конструкции**
- **перехода от внутренней структуры армирования к технологически реализуемым структурам и траекториям армирования**
- **формирования очередности укладки материала**
- **подготовки геометрических и технологических данных для управляющих программ процесса укладки с учётом возможных коллизий**

Схема армирования конструкций с произвольными поверхностями двойной кривизны

Задание схемы армирования с жесткими ограничениями

Траектории армирования

Векторы армирования в касательной плоскости или их нормальные проекции на ФП

ФП

Синтез траекторий выкладки на поверхности выкладки (ПВ)

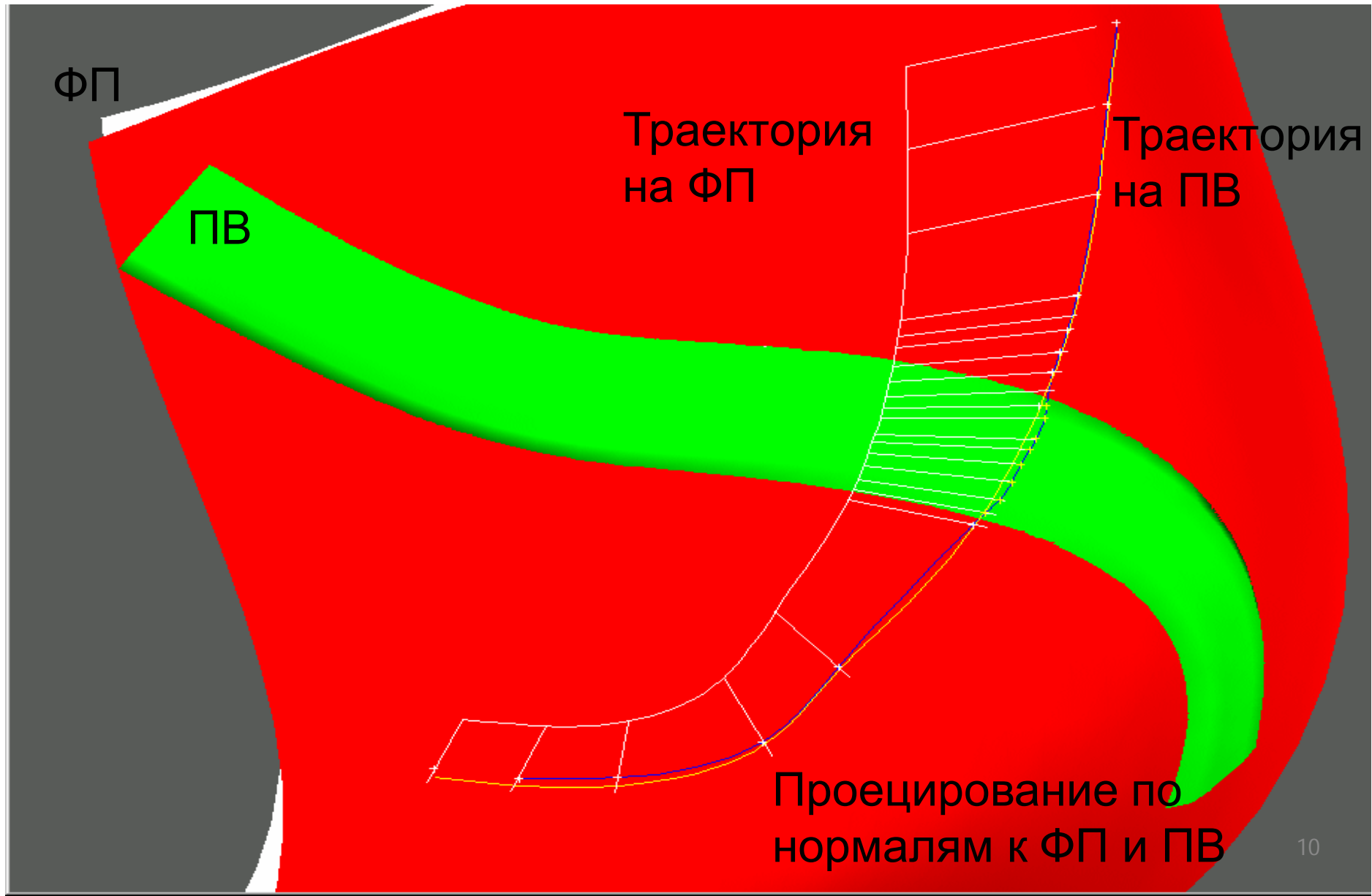
ФП

ПВ

Траектория на ФП

Траектория на ПВ

Проецирование по нормалям к ФП и ПВ



Синтез сечений и полосы - пленки на ПВ

Траектория
выкладки

Край полосы,
эквидистантный
траектории
выкладки

Модель
сечения
полосы



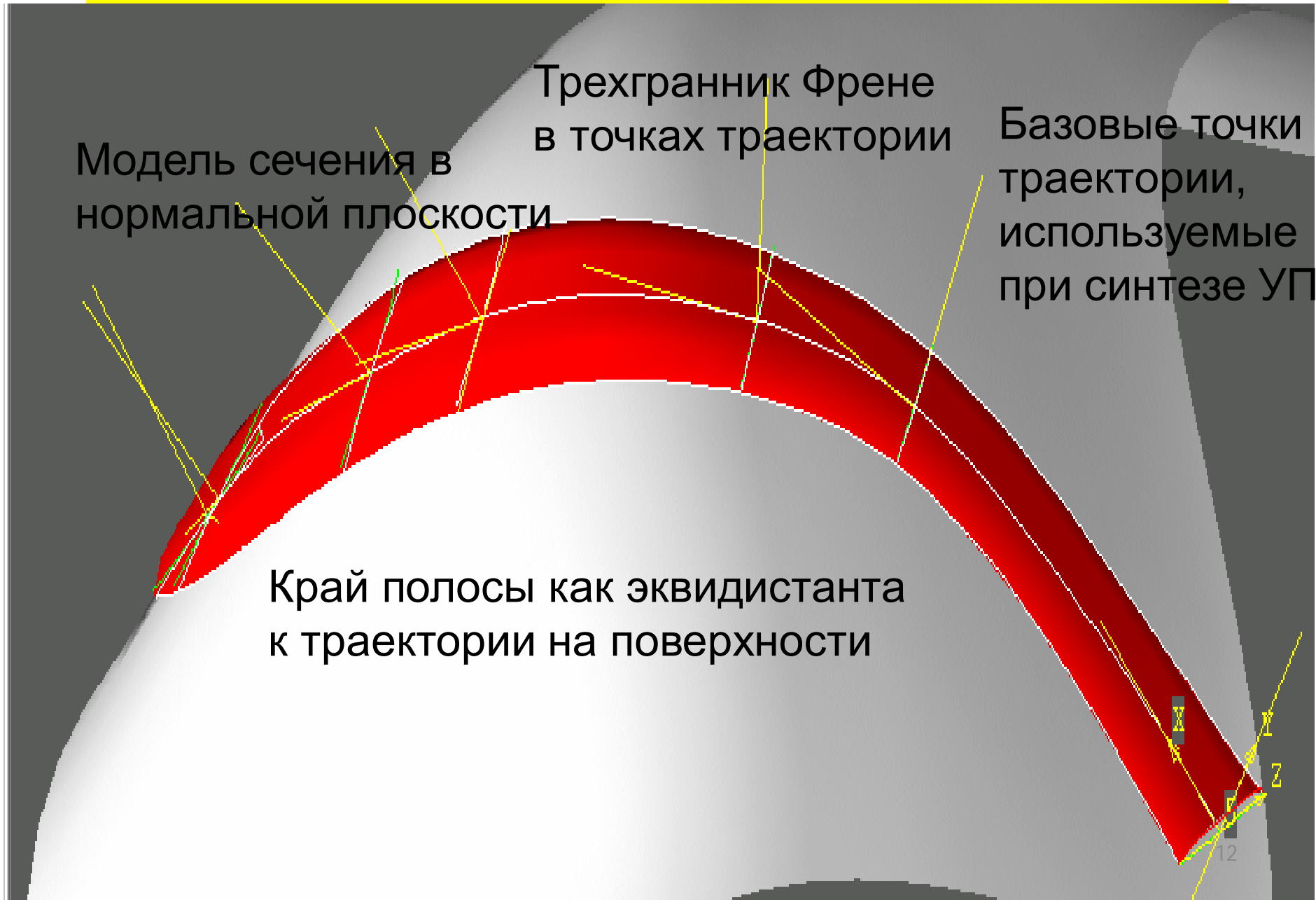
Формирование полосы натягиванием поверхности на сечения

Модель сечения в нормальной плоскости

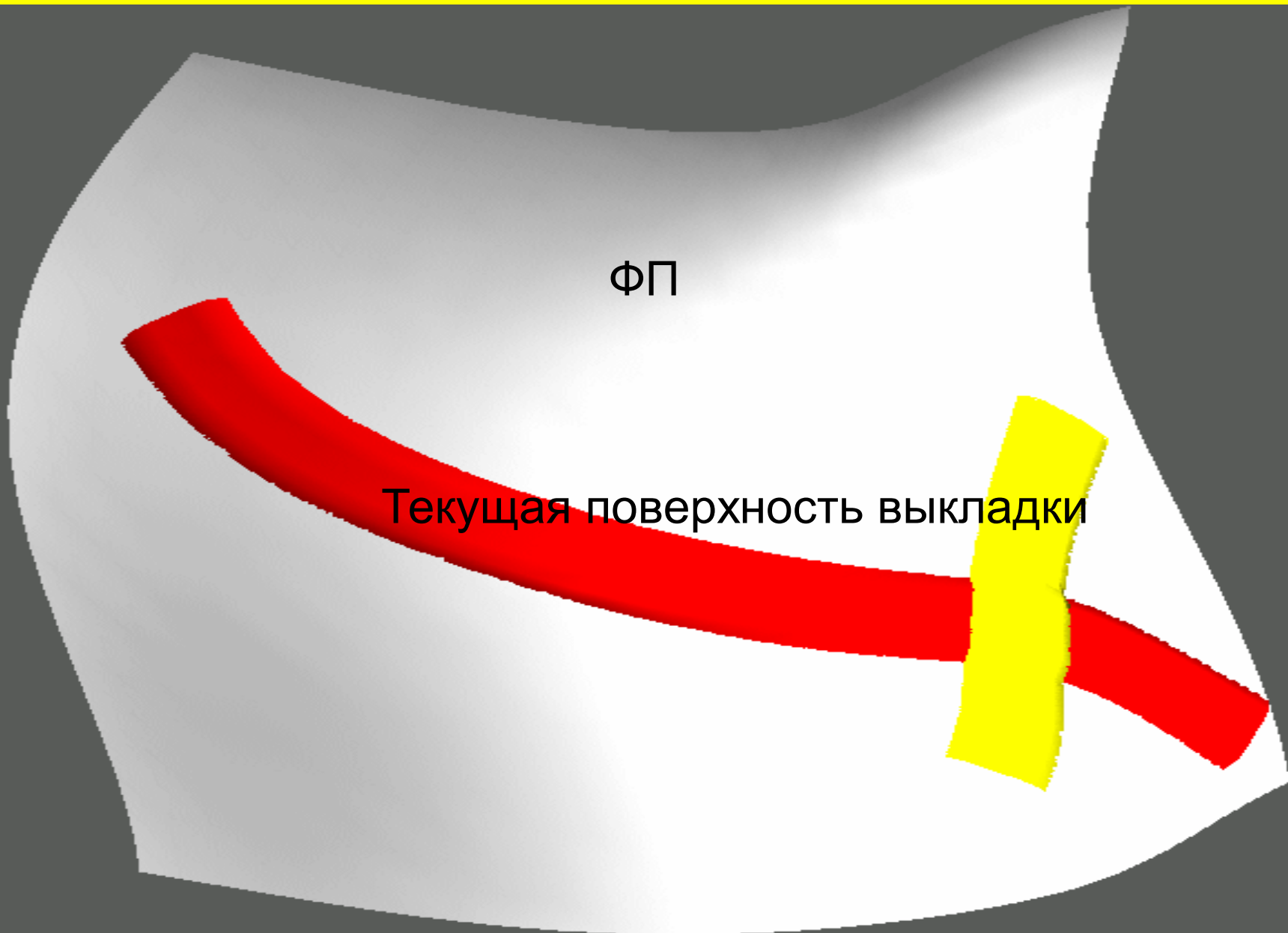
Трехгранник Френе в точках траектории

Базовые точки траектории, используемые при синтезе УП

Край полосы как эквидистанта к траектории на поверхности



Формирование текущей поверхности выкладки



Формирование поверхности конструкции

A 3D diagram illustrating the formation of a curved surface. The surface is shown in a light gray/white color, curving upwards. A red patch is located on the left side of the surface, and a yellow patch is on the right side. The surface is supported by a blue base. The text "Выращенная конструкция" is centered on the surface, and "Заданная наружная поверхность конструкции" is written below the blue base.

“Выращенная конструкция”

Заданная наружная поверхность конструкции

“Детали” конструкции

Обрезанные полосы - “детали”
конструкции

A 3D rendering of a curved white surface, possibly a dome or a large curved panel. Two red strips are attached to the surface, one on the left and one on the right, both following the curve. A yellow strip is attached to the surface in the middle-right area, also following the curve. The strips appear to be cut or attached to the surface, illustrating construction details.

Определение возможности начала выкладки

Прижимной ролик

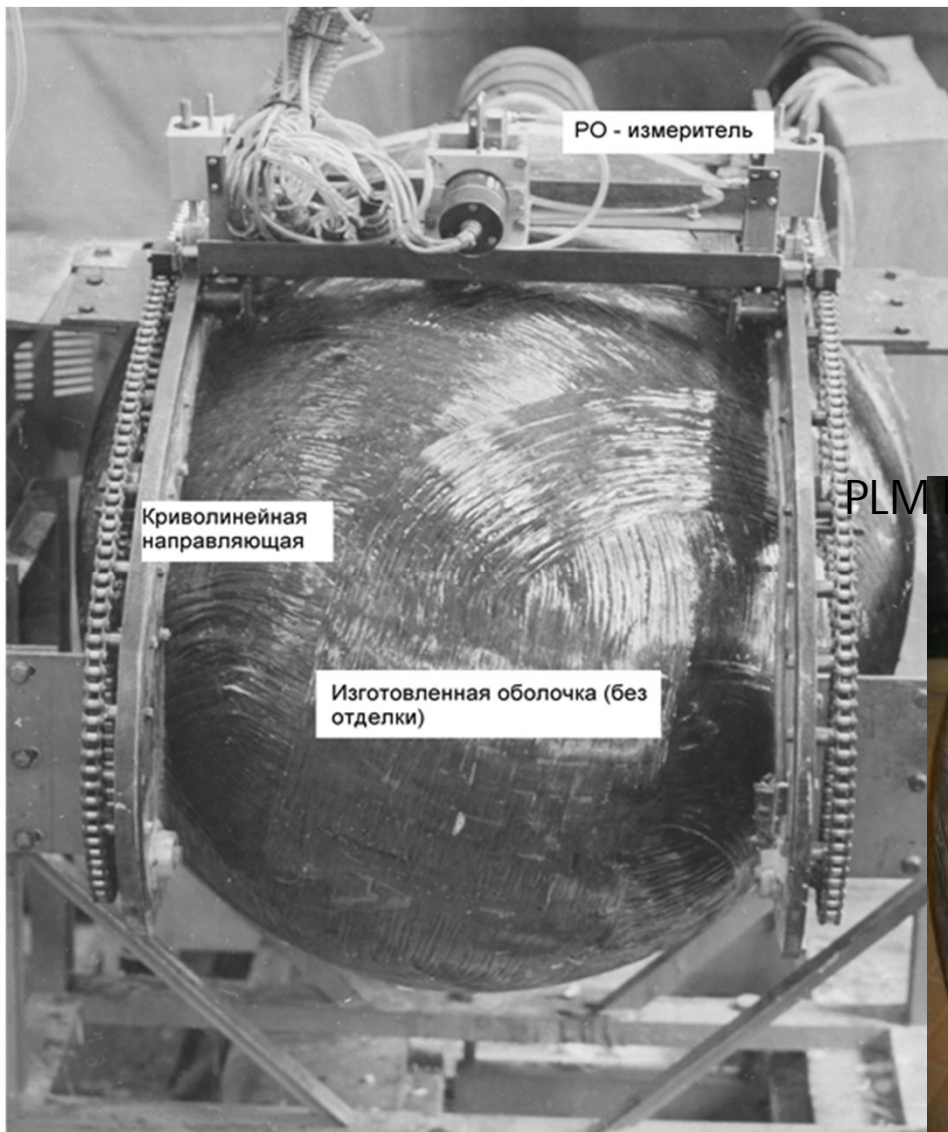
A 3D diagram showing a purple cylindrical roller with rounded ends resting on a surface. The surface is composed of two regions: a yellow-green region on the left and a red region on the right. The roller is positioned such that it is in contact with the yellow-green region. A horizontal line represents the normal section of the roller's surface at the point of contact.

Нормальное сечение

A diagram showing a normal section of the roller. It features a horizontal line representing the roller's surface. A vertical arrow labeled 'Y' points upwards from the center of this line. A horizontal arrow labeled 'Z' points to the left from the same point. A small '7' is located below the 'Z' arrow.

Рельеф текущей ПВ

Конструкции с заданным распределением толщины и направлением армирования



PLM NX



Заключение

Можно существенно расширить диапазон параметров оптимизации посредством:

- **распределённой исполнительной системы** с типовыми манипуляционными системами и специальными рабочими органами
- **программного управления** технологическими параметрами и параметрами оптимизации
- **расширения функционала ПО процессов технологической подготовки** до неслоистых конструкций с плотной и неплотной упаковкой