



.....

# CAMSTech-II-2021: Современные достижения в области материаловедения и технологий

.....

«Особенности кинематического анализа механизма распределения  
мощности, обеспечивающего поворот с нулевым радиусом»

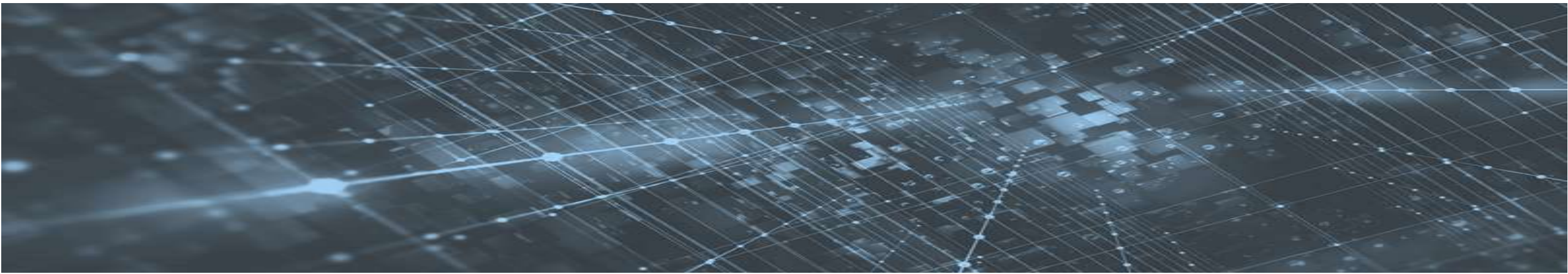
Добрецов Р.Ю., Соколова В.А., Тихонов Е.А., Карнаухов А.И., Тарабан В.В., Арико С.Е.

# Актуальность

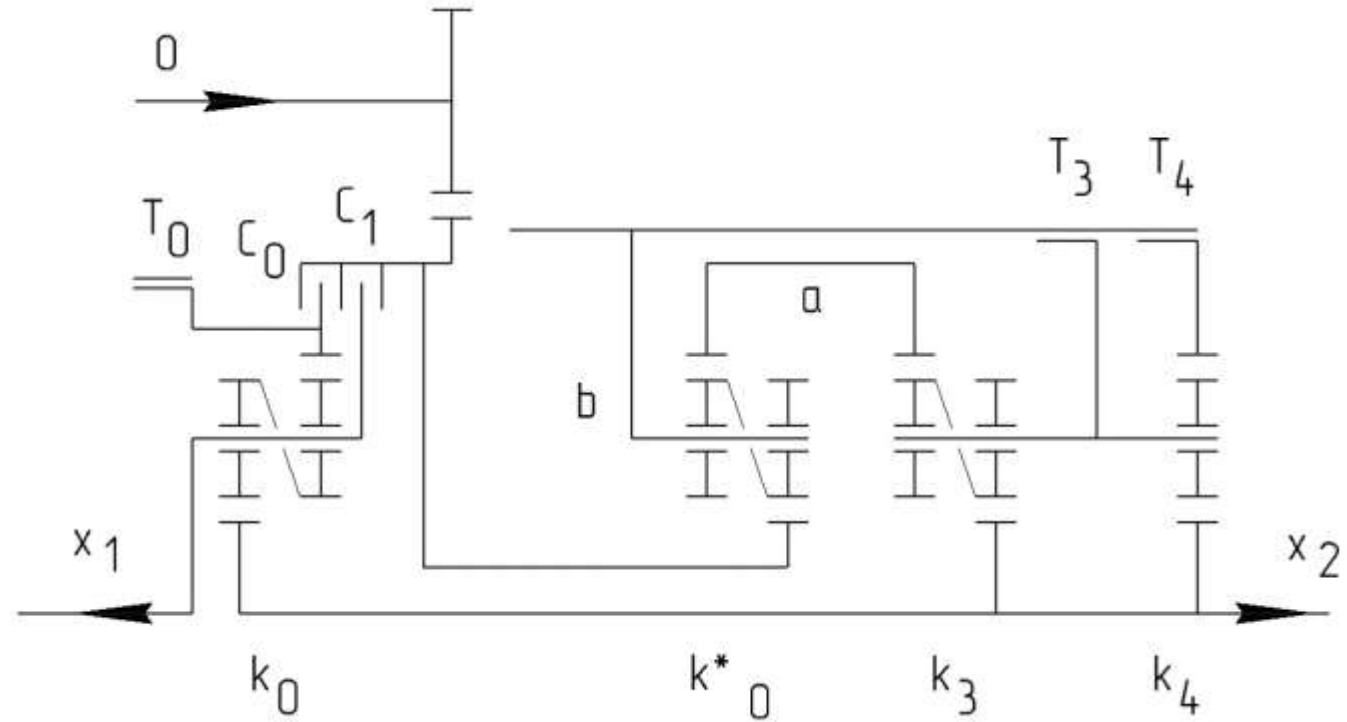
Цель работы - проверка выполнения в рассматриваемом механизме заданных на этапе синтеза внешних параметров.

Задачи:

- формализация структуры трансмиссии;
- составление системы и решение уравнений, описывающих кинематику механизма на всех режимах работы;
- анализ результатов.



# Методы решения



Вариант схемы трансмиссии мобильной платформы:  $0$ ,  $x_1$  и  $x_2$  – входное и выходные звенья редукторной части;  $T_{0,1...4}$  – тормоза;  $C_{0,1}$  – блокирующие муфты;  $k_{0,1...4}$  – кинематические параметры планетарных рядов



## Методы решения

### Основные параметры:

- число режимов работы четыре (учитывая поворот с нулевым радиусом и блокировку)
- передаточные отношения режимов: 1.22 и 0.84 (соответствуют расчетном относительному радиусу поворота 2.78)
- кинематические параметры  
 $k_0 = 2.00$   
 $k_3 = 2.38$   
 $k_4 = - 2.05$



## Методы решения

Кинематика планетарных рядов рассматриваемого механизма в общем случае описывается уравнениями Виллиса в виде:

$$\omega_{Ii} = k_i \omega_{IIi} + (1 - k_i) \omega_{IIIi}$$

Работа ряда, выполняющего функцию простого дифференциала, описывается частным случаем уравнения Виллиса:

$$\omega_{x1} + \omega_{x2} = 2\omega_0$$

Если дифференциал заблокирован

$$\omega_{x1} = \omega_{x2} = \omega_0$$

В режиме поворота с нулевым радиусом получаем уравнение:

$$\omega_{x1} + \omega_{x2} = 0$$



## Методы решения

Полному включению тормоза соответствует уравнение связи вида

$$\omega_p = 0$$

Угловая скорость сателлитов планетарного ряда относительно водил :

$$\omega'_{Si} = \pm Z_{Ii} / Z_{Si} \cdot (\omega_{Ii} - \omega_{IIIi})$$

В частном случае, когда число зубьев сателлита определено числами зубьев звеньев I и II формулой

$$Z_{Si} = 1/2 \cdot (Z_{IIi} - Z_{Ii})$$

Выражение для скорости вращения сателлита принимает вид:

$$\omega'_{Si} = \frac{2}{1 + k_i} \cdot (\omega_{Ii} - \omega_{IIIi})$$



# Методы решения

Основные результаты расчетов

Расчетная формула для оценки передаточного отношения

$$u_1 = \left[ (k_4 + k_3) k_0^* \right] / \left[ (k_4 - 1) k_3 \right] \qquad u_2 = k_0^* / k_3$$

Передаточные отношения обеспечены с погрешностью не более 3.3%:  
Получено 1.18 (при заложенном 1.22) и 0.84 (заложено 0.84).

Коэффициент полезного действия соответственно равен 0.951 и 0.960.



# Методы решения

## Угловые скорости звеньев и муфт

Номер режима	Звенья					
	x1	x2	3	4	a	b
1	1.180	0.820	0.268	0.000	0.500	0.000
2	0.810	1.190	0.000	-0.580	0.500	0.000

## Относительная скорость сателлитов

Номер режима	Номер планет. механизма			
	N=1	N=4	N=2	N=3
1	0.722	-2.000	-1.047	-0.799
2	-0.760	-2.000	-2.260	-1.725





# Выводы

Результаты, внедрение

1. Предложенный механизм обеспечивает заданное на этапе синтеза кинематической схемы межбортовое передаточное отношение с погрешностью  $< 4\%$ .
2. Механизм обеспечивает поворот машины с нулевым радиусом.
3. На рассмотренных режимах работы угловые скорости сателлитов рядов находятся в допустимых с точки зрения долговечности подшипников пределах.

# Контакты

Добрецов Р.Ю.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

E-mail: [dr-idpo@yandex.ru](mailto:dr-idpo@yandex.ru)