



# Исследование динамики железнодорожных экипажей в программном комплексе "Универсальный механизм"



Доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»  
ФГБОУ ВО «ПГУПС»,  
к.т.н. Саидова А.В.



# Классификация грузовых вагонов

➤ По роду перевозимого груза:

Полувагоны  
Платформы  
Хопперы  
Цистерны

➤ По типу рамы тележки:

Трехэлементная  
С жесткой рамой

➤ По количеству осей:

Четырехосные  
Шестиосные  
Восьмиосные

➤ ...  
➤ ...  
➤ ...  
➤ ...  
➤ ...  
➤ ...







# Что представляет собой вагон?





# Зачем исследовать динамику железнодорожного экипажа?

Обеспечить безопасность движения транспортного средства и сохранность перевозимого груза



Сход экипажа с рельсов



Разрушение пути



Опрокидывание



## **Исследуемые динамические явления:**

- 1. Колебания обрессоренных частей экипажа (в том числе и собственные);**
- 2. Колебания необрессоренных частей экипажа;**
- 3. Колебания кузовов вагонов как упругих тел;**
- 4. Интенсивность износа, накопление повреждений;**
- 5. И др.**





# Какими инструментами оценивают динамику вагона?

➤ Экспериментальные  
методы

➤ Физическое  
моделирование

➤ Аналитические  
методы

➤ Компьютерное  
моделирование

«Medyna»

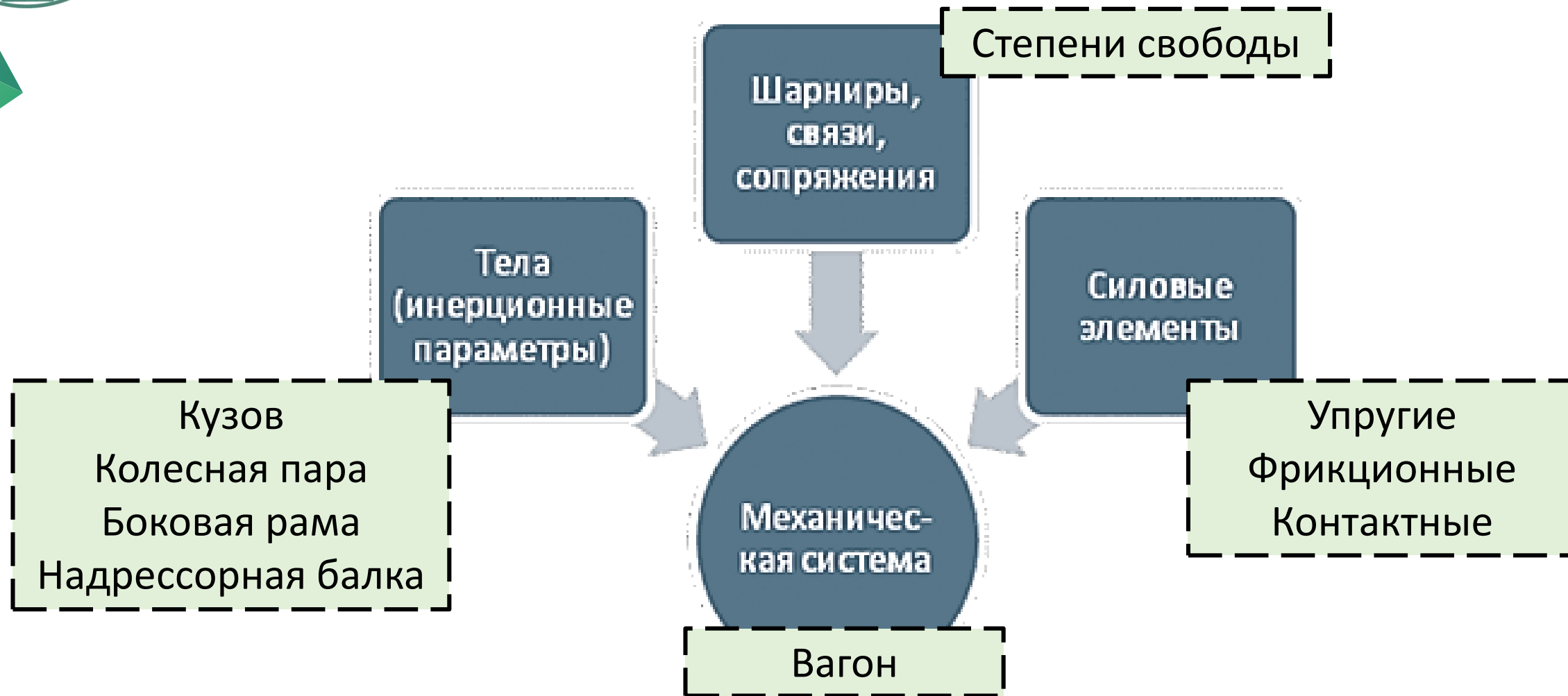
«Универсальный  
механизм»

«Adams  
Rail»

«...»



# Модель механической системы





# Создание модели грузового вагона

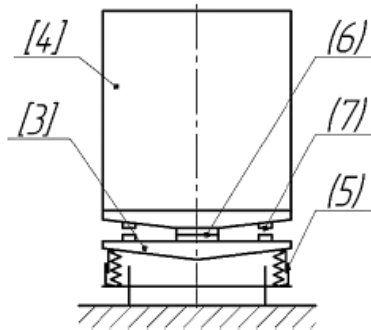
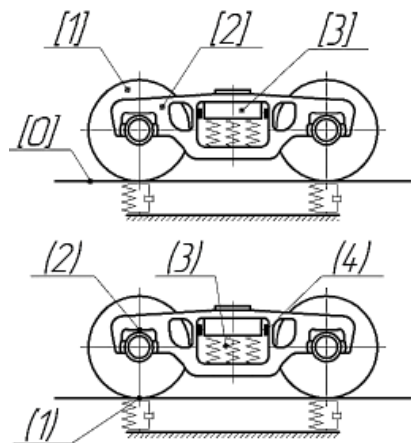
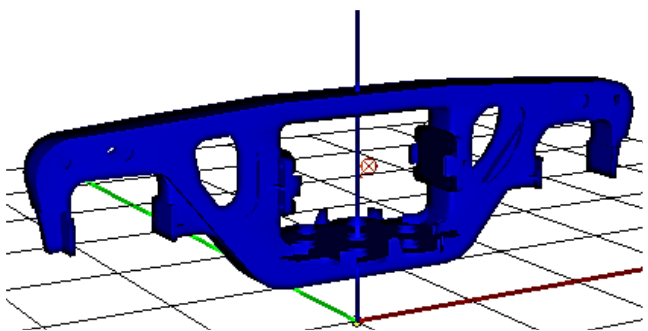
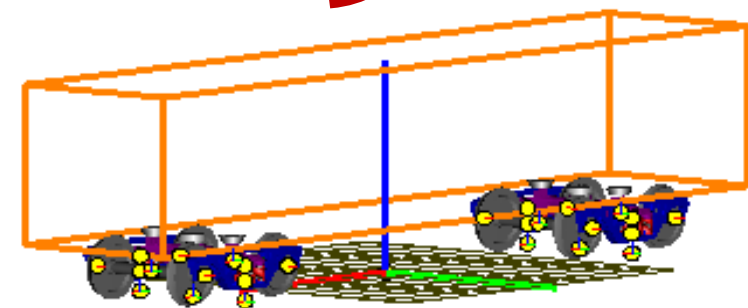
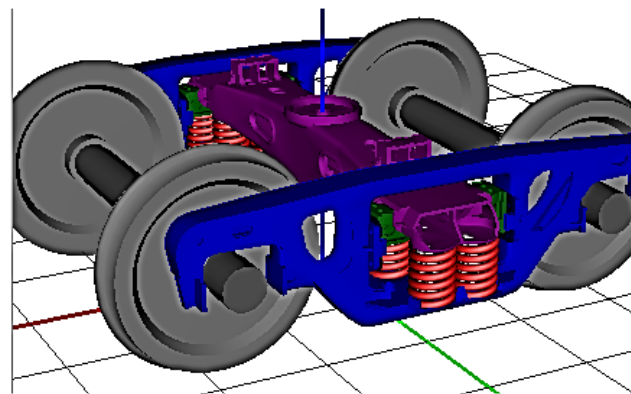
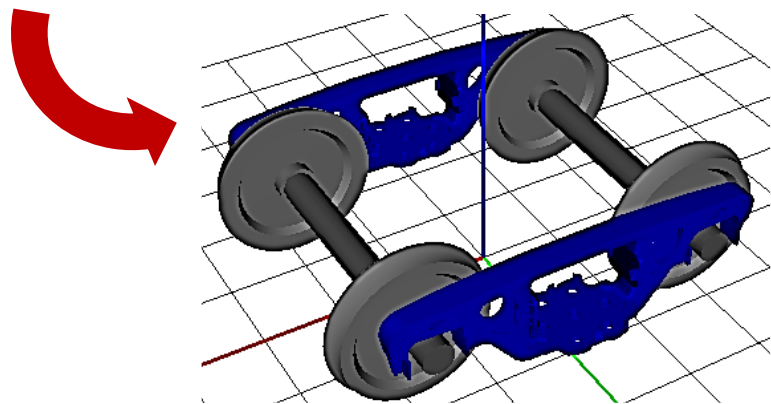
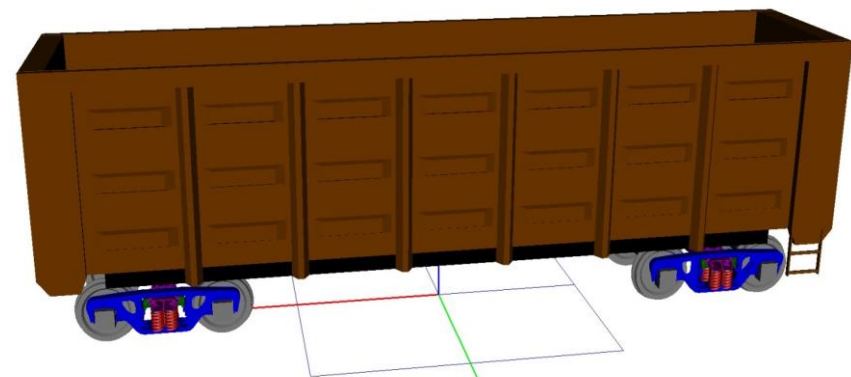


Схема вагона и тележки

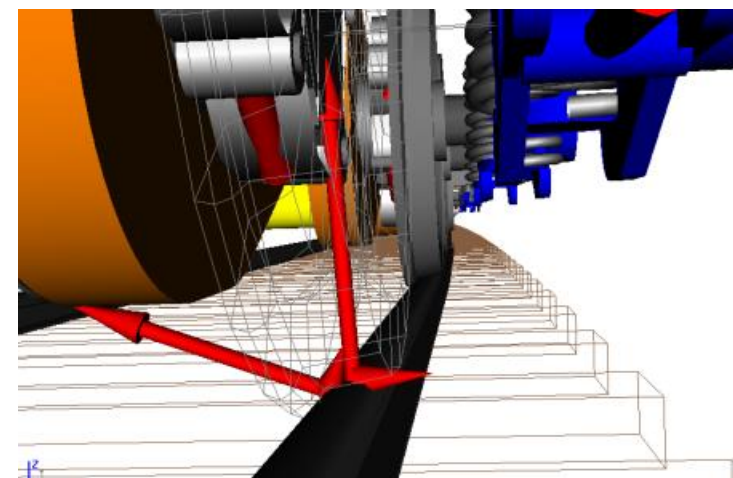




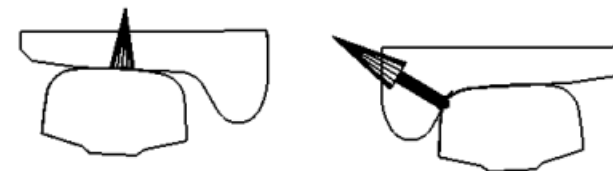


# Особенности модели вагона

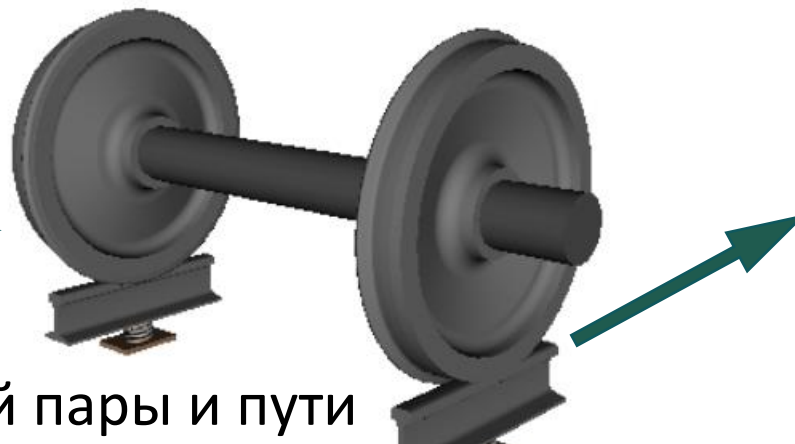
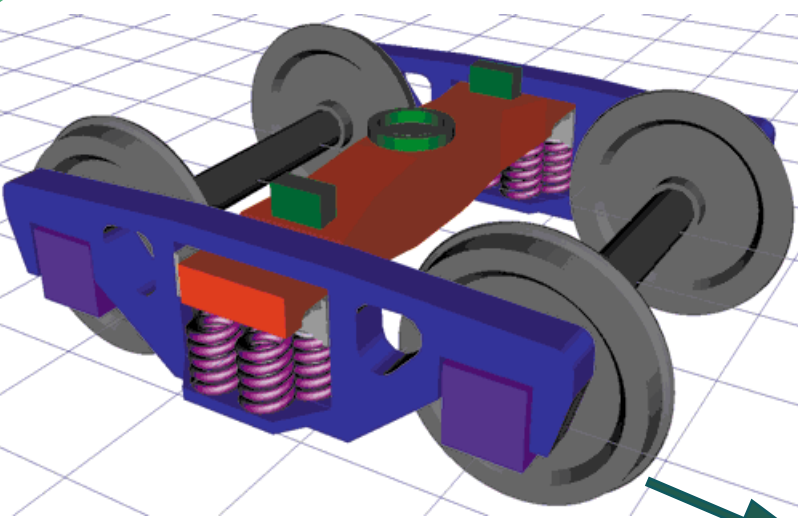
Источником колебаний для подвижного состава являются неровности пути и переменные режимы движения.



Все силы в контакте  
«колесо-рельс»



Нормальные силы между  
колесом и рельсом

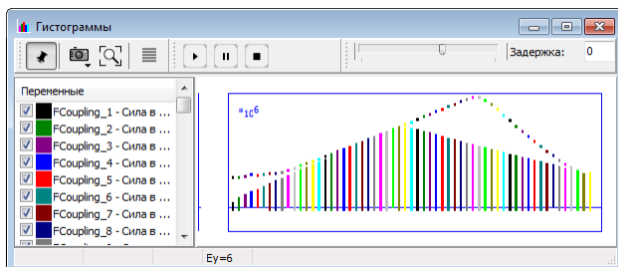


Взаимодействие колесной пары и пути

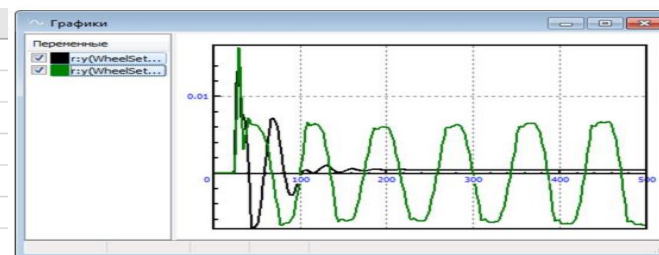


# Что можно получить по результатам моделирования?

- Угловые и линейные координаты, скорости, ускорения;
- Активные силы и моменты;
- Силы реакции;
- Другие величины, определяемые пользователем.



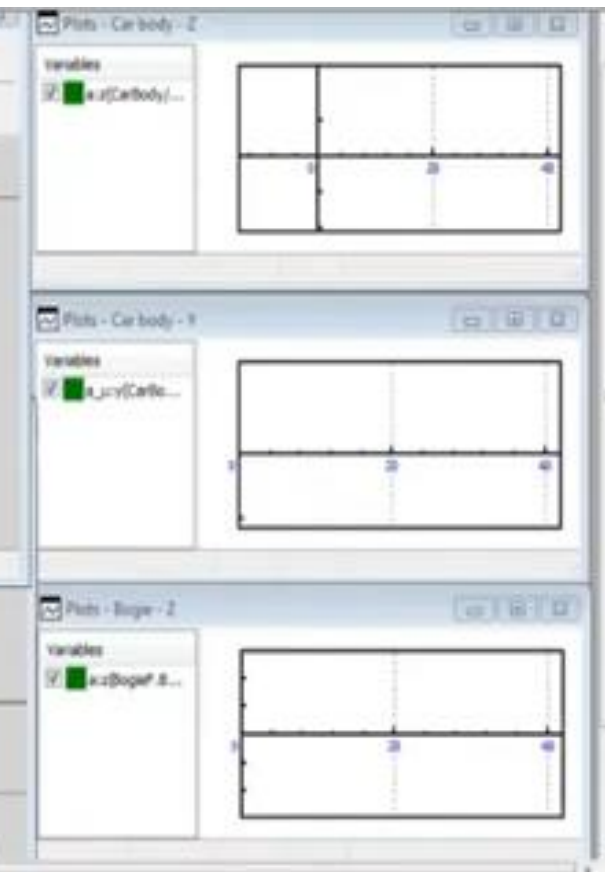
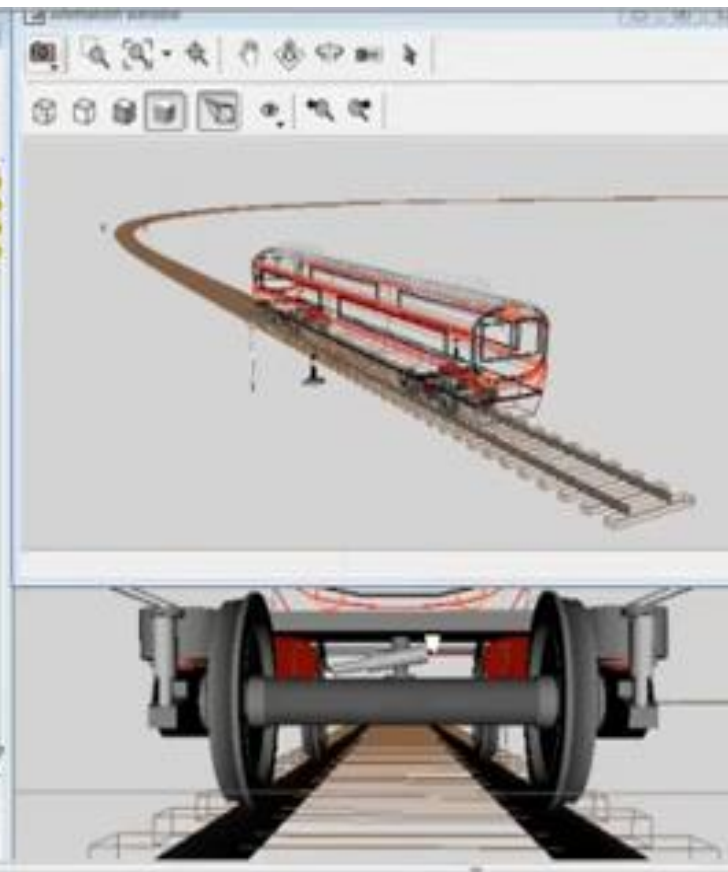
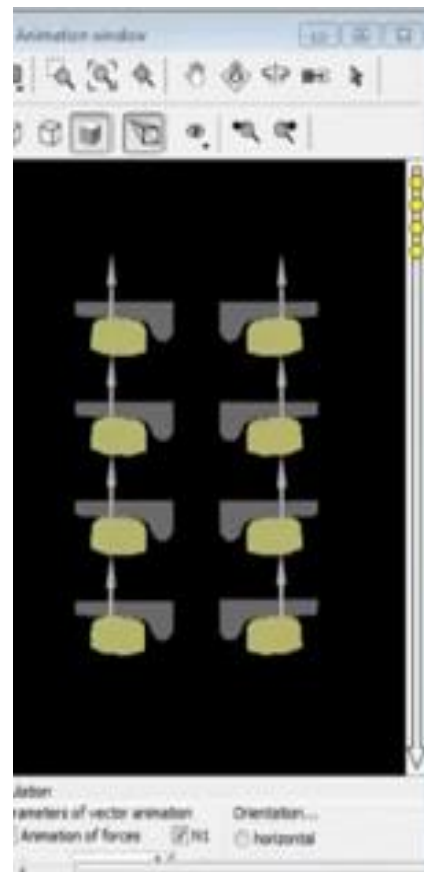
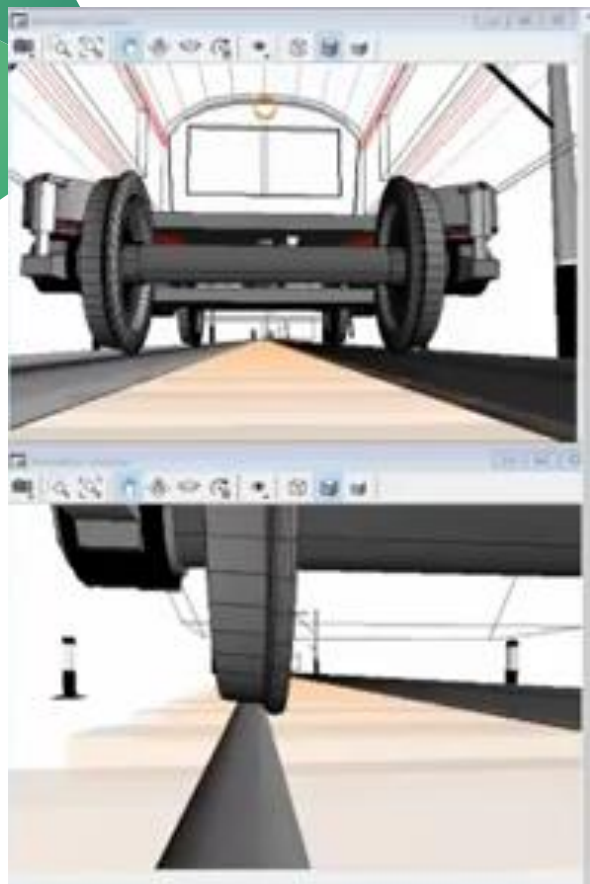
	A	B	C	D
1	40	0.08	0.09	0.09
2	60	0.11	0.12	0.13
3	80	0.18	0.2	—
4	85	—	—	0.18
5	100	0.16	0.19	—
6	110	—	0.22	—
7	120	0.27	—	—



Использовать для сравнения с допустимыми значениями показателей динамических качеств по государственным стандартами



# Пример моделирования движения железнодорожного экипажа по рельсовому пути







## Направления совершенствования

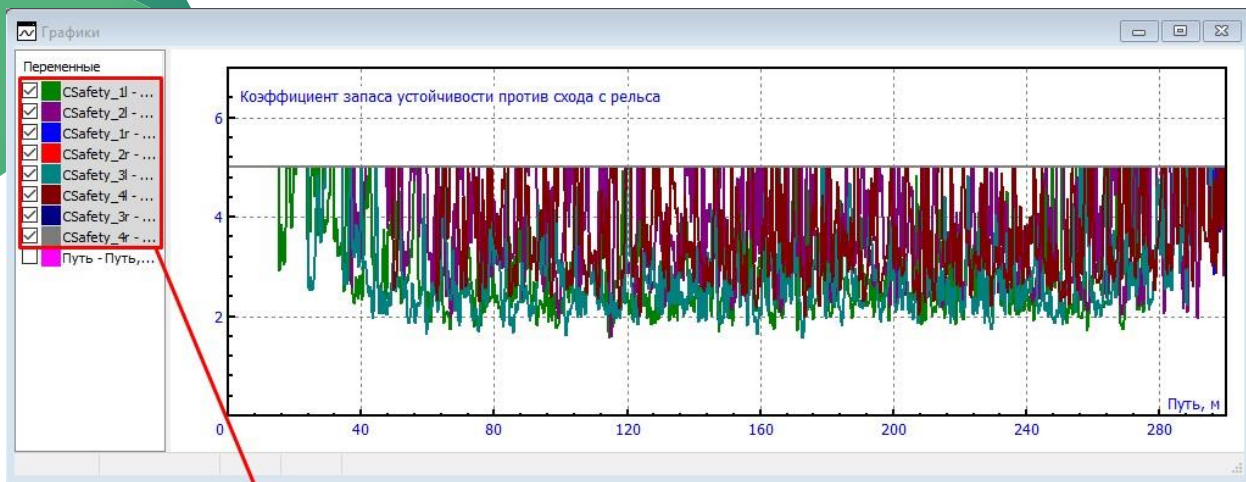
### моделирования железнодорожных экипажей:

- Решение задач износа колес и рельса, возникновения подповерхностных напряжений, образования дефектов;
- Работа пневморессор;
- Совершенствование модуля многовариантных расчетов;
- Интеграция работы программы «УМ» в комплексные модели.





# Лабораторные работы по исследованию устойчивости железнодорожного экипажа



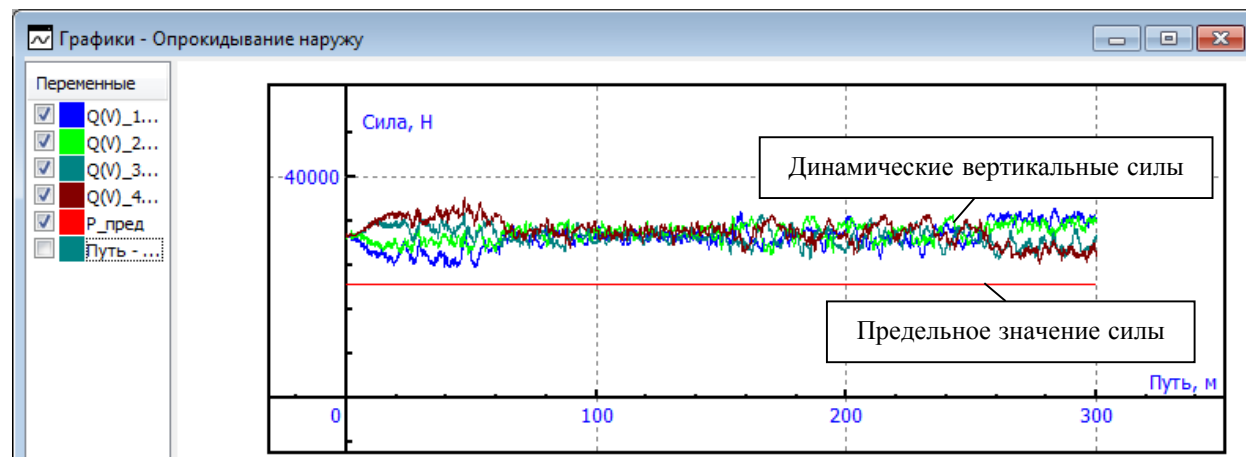
Табличный процессор

Поместить поверх всех окон

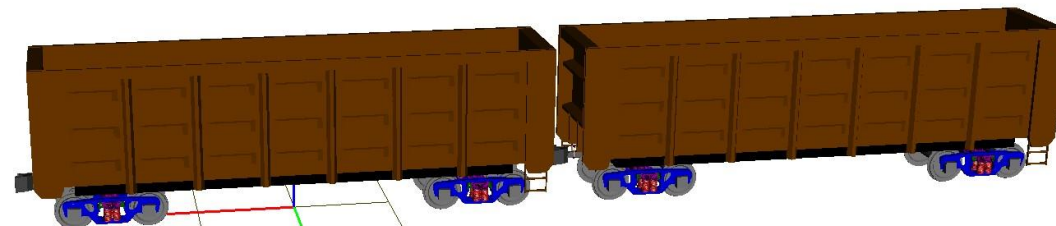
Табличный процессор Преобразование переменных

	Min
CSafety_1l - Кoeffициент запаса устойчивости от вкатывания (рус), к.п. 1, левое колесо	1.5785068
CSafety_2l - Кoeffициент запаса устойчивости от вкатывания (рус), к.п. 2, левое колесо	1.5950031
CSafety_1r - Кoeffициент запаса устойчивости от вкатывания (рус), к.п. 1, правое колесо	2.8520966
CSafety_2r - Кoeffициент запаса устойчивости от вкатывания (рус), к.п. 2, правое колесо	5
<b>CSafety_3l - Кoeffициент запаса устойчивости от вкатывания (рус), к.п. 3, левое колесо</b>	<b>1.5690677</b>
CSafety_4l - Кoeffициент запаса устойчивости от вкатывания (рус), к.п. 4, левое колесо	1.9821292
CSafety_3r - Кoeffициент запаса устойчивости от вкатывания (рус), к.п. 3, правое колесо	5
CSafety_4r - Кoeffициент запаса устойчивости от вкатывания (рус), к.п. 4, правое колесо	5

Устойчивость от схода колеса с рельса



Устойчивость от опрокидывания наружу/внутри кривой



Проход сцепом вертикальных неровностей



# Курсовые проекты по оценке динамических качеств железнодорожного экипажа

ГОСТ 33211-2014 «Вагоны грузовые.  
Требования к прочности и  
динамическим качествам»

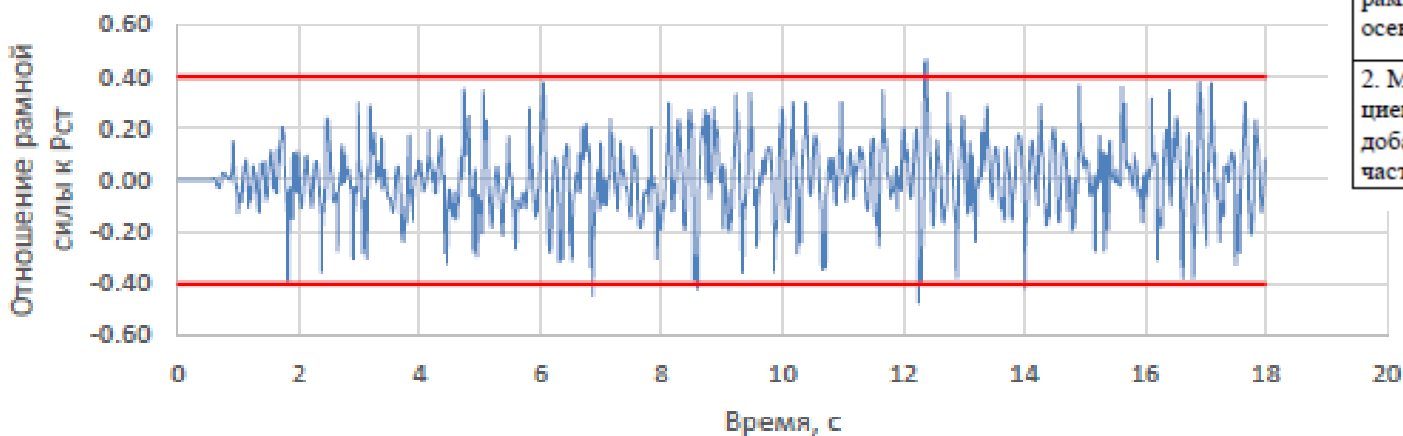


График зависимости отношения рамной силы к статической осевой нагрузке от времени движения

Уровни оценки и допустимые значения показателей динамических качеств

Показатель	Уровень оценки	Допустимое значение для вагона	
		с минимальной расчетной массой	с максимальной статической осевой нагрузкой
1. Максимальное отношение рамной силы к статической осевой нагрузке, не более	Отлично	0,25	0,20
	Хорошо	0,30	0,25
	Удовлетворительно	0,38	0,30
	Допустимый	0,40	0,38
2. Максимальный коэффициент динамической добавки обрессоренных частей, не более	Отлично	0,50	0,20
	Хорошо	0,60	0,35
	Удовлетворительно	0,70	0,40
	Допустимый	0,75	0,65

$$K_{ус} = \frac{\tan \beta - \mu}{1 + \mu \cdot \tan \beta} \cdot \frac{\langle P_B \rangle}{\langle P_6 \rangle},$$





**Спасибо за внимание**