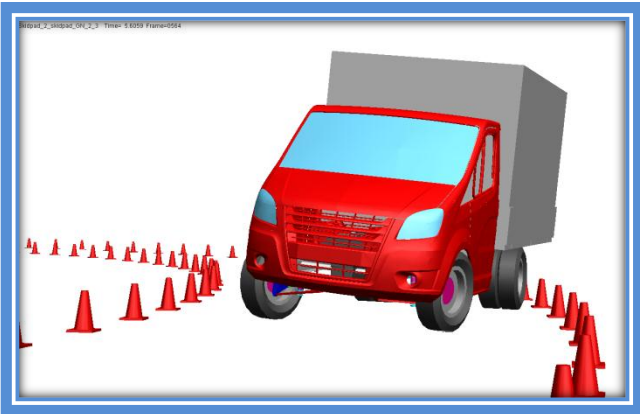




***Применение программных
комплексов MSC.ADAMS/View
и MSC.ADAMS/CAR в исследовании
свойств управляемости и
устойчивости коммерческих
автомобилей***

Тумасов А.В., Костин С.Ю., Степанов Е.В., Васильев А.А., Бутин Д.А., НГТУ
Тюрин О. А., группа ГАЗ

При поддержке:



ЦЕЛЬ:

Разработка методики моделирования условий криволинейного движения автомобиля для достоверного прогнозирования свойств управляемости и устойчивости перспективных транспортных средств

ЗАДАЧИ:

- Экспериментальные исследования свойств управляемости и устойчивости ЛКА
- Разработка пространственной модели ЛКА. Проведение виртуальных испытаний
- Сравнительный анализ результатов моделирования с данными натурных испытаний
- Разработка предложений по повышению точности моделирования

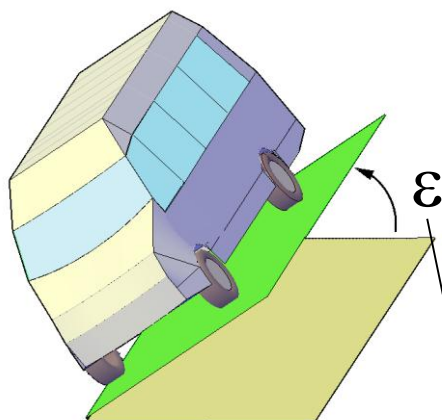
ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ:

Договор № 02.G25.31.0006 от 12.02.2013 г.

**ГАЗ А21R22
NEXT**



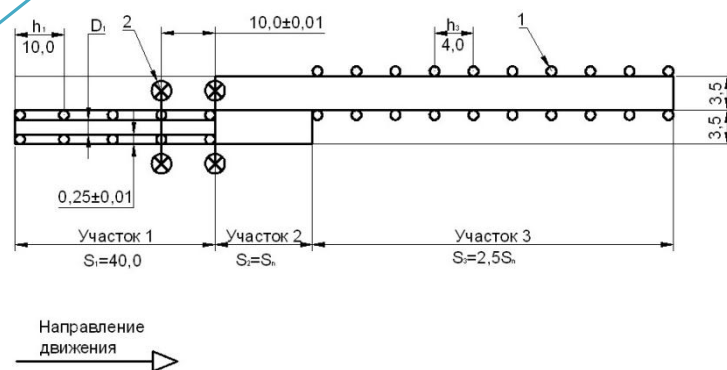
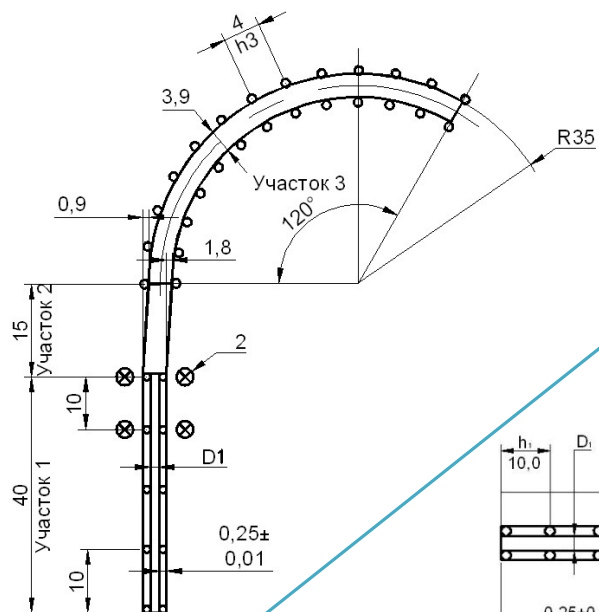
Статическая устойчивость



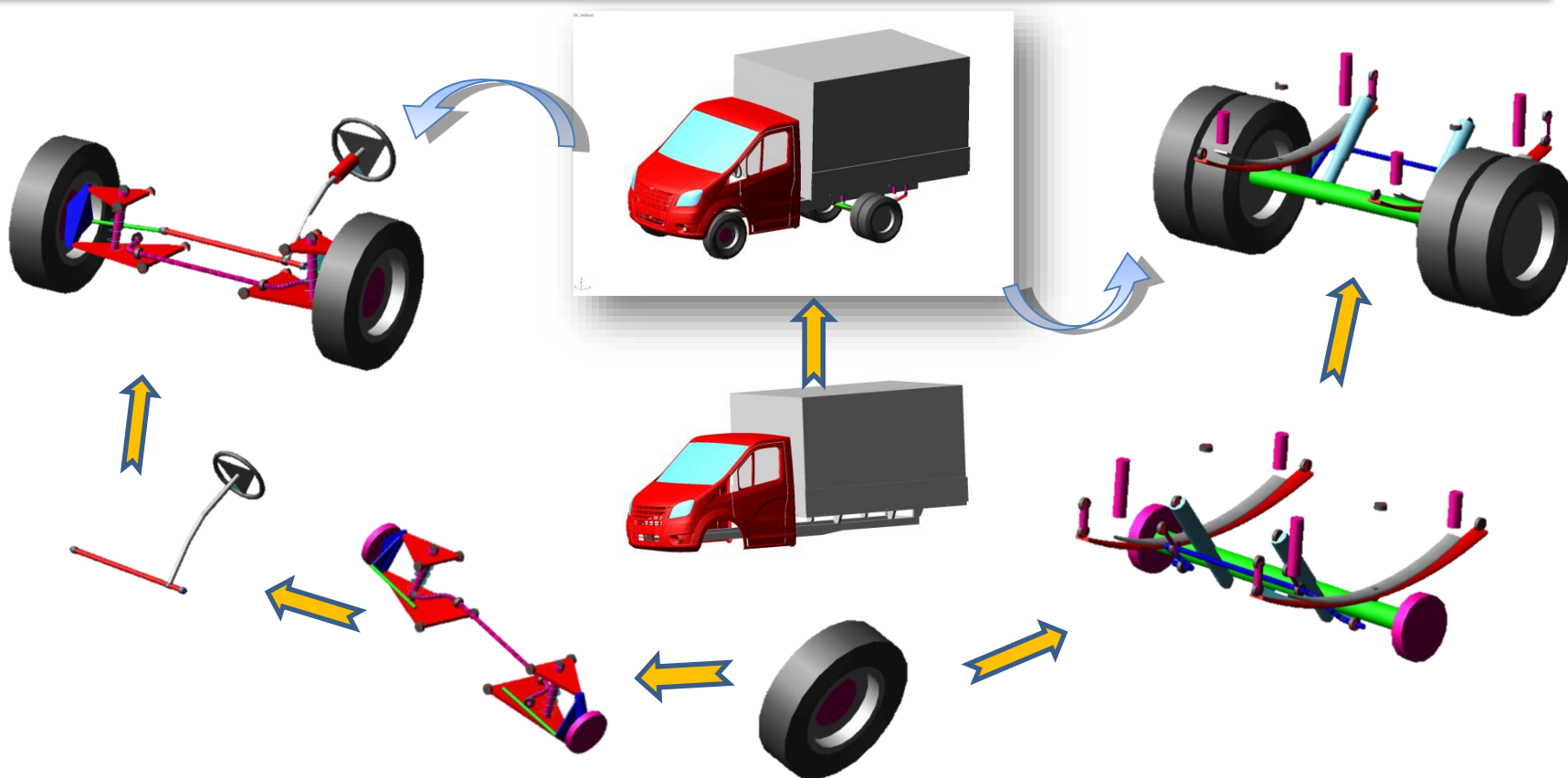
Угол опрокидывания платформы

Динамические испытания

«Вход в поворот»



«Переставка»



Основные допущения принятые в модели

- 1) Элементы кузова (кабина, рама, платформа), а также элементы подвесок (мост, рычаги, кронштейны) представляют собой абсолютно жесткие тела.
- 2) Используется модель шин PAC 2002
- 3) Резинометаллические изделия моделируются элементами Bushing
- 4) Основная рессора заменена одним листом с эквивалентной жесткостью

Параметры, полученные от завода-изготовителя

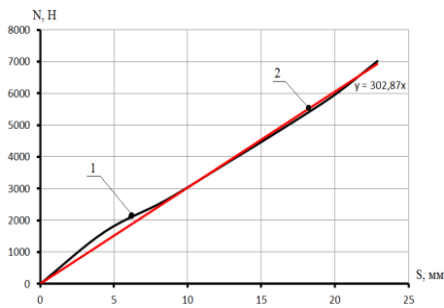
Параметры, полученные расчетным путем

Испытания шин



MSC Software

Испытания сайлентблоков



$$q_s = \frac{0,5b}{h} \quad h = \frac{0,5b - h_{xx} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{c,y} - \Delta}{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi + \sin \varphi} + h_{xx}$$

$$\alpha_H = (-2,4 + 42,4q_s)^\circ \text{ при } 0,55 \leq q_s \leq 1,0$$

$$\alpha_H = (15 + 25q_s)^\circ \text{ при } q_s > 1,0,$$

$$\alpha_H \geq 21^\circ \text{ при } q_s < 0,55.$$

1 Этап: Экспериментальное определение ключевых параметров шины

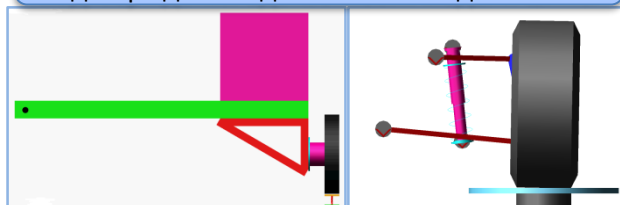


Формирование файла свойств модели шины PAC2002

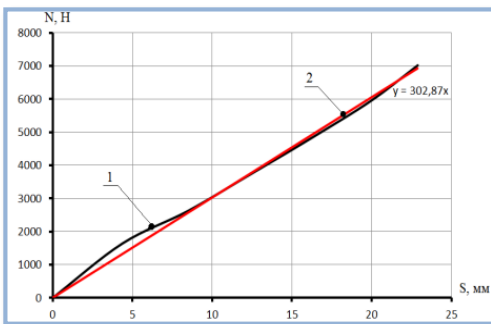
```

UNLOADED_RADIUS = 0.3809 $Free tyre radius
WIDTH = 0.185 $Nominal section width of the tyre
ASPECT_RATIO = 0.75 $Nominal aspect ratio
RIM_RADIUS = 0.203 $Nominal rim radius
RIM_WIDTH = 0.160 $Rim width
$-----shape
$SHAPE
{radial width}
1.0 0.0
1.0 0.4
1.0 0.9
0.9 1.0
$-----parameter
$[VERTICAL]
VERTICAL_STIFFNESS = 2.5e+005 $Tyre vertical stiffness
VERTICAL_DAMPING = 250 $Tyre vertical damping
BREFF = 3.5 $Low load stiffness e.r.r.
DREFF = 0.5 $Peak value of e.r.r.
FREFF = -0.005 $High load stiffness e.r.r.
FNOMIN = 10000 $Nominal wheel load
    
```

Имитация соответствующих испытаний для подтверждения адекватности модели шины

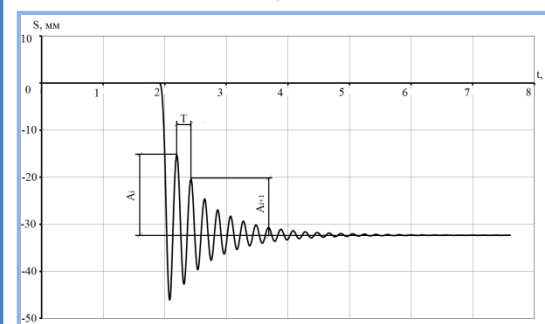


Подтверждение полученных характеристик модели шины и сохранение результатов



$$k = \frac{\Delta N}{\Delta S}$$

Вертикальная
статическая
жесткость шины



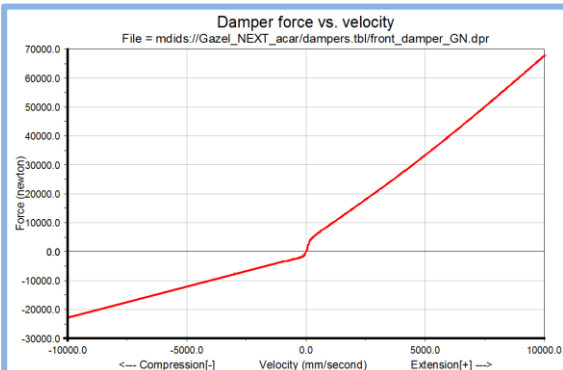
$$\lambda = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)}$$

логарифмический
декремент
затухания

$$r = \frac{2\lambda m}{T}$$

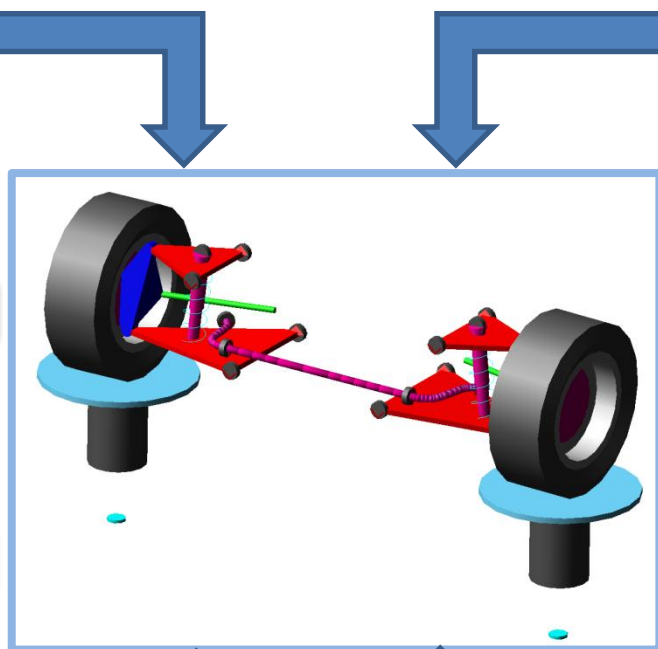
коэффициент
демпфирования
шины

2 Этап: Исследование характеристик элементов подвески и моделирование подсистемы



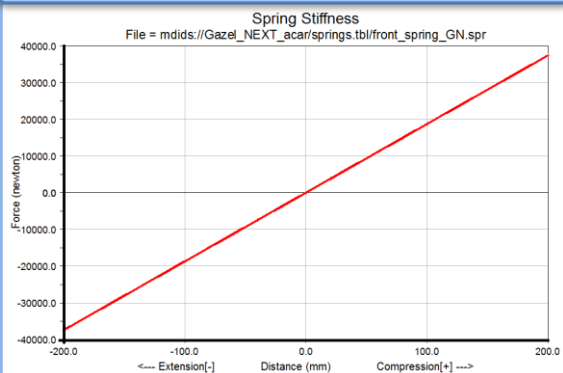
Рабочая характеристика амортизатора

подсистемы



Определение поступательных жесткостей сайлентблоков подвески

Жесткость пружины подвески



Модель шины PAC 2002

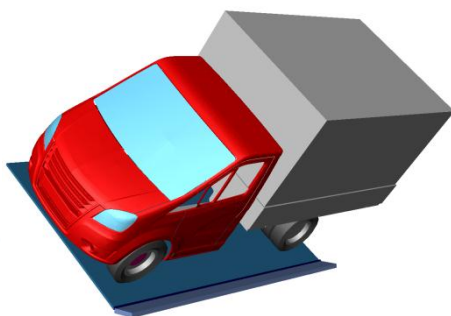
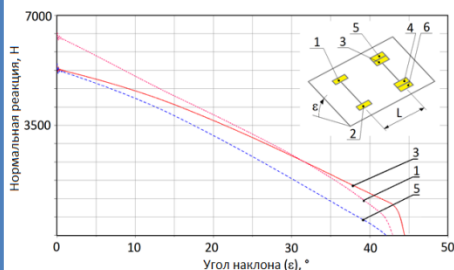


```

$-----
[DIMENSION]
UNLOADED_RADIUS      = 0.3809
WIDTH                = 0.185
ASPECT_RATIO         = 0.75
RIM_RADIUS           = 0.203
RIM_WIDTH            = 0.160
$-----
[SHAPE]
{radial width}
1.0 0.0
1.0 0.4
1.0 0.9
0.9 1.0
$-----
$-----parameter
[VERTICAL]
VERTICAL_STIFFNESS    = 2.5e+005 $tyre vertical stiffness
VERTICAL_DAMPING      = 250 $tyre vertical damping
BREFF                 = 3.5 $low load stiffness e.r.r.
DREFF                 = 0.5 $peak value of e.r.r.
FREFF                 = -0.005 $high load stiffness e.r.r.
FNOMIN                = 10000 $nominal wheel load
    
```

Поперечная статическая устойчивость

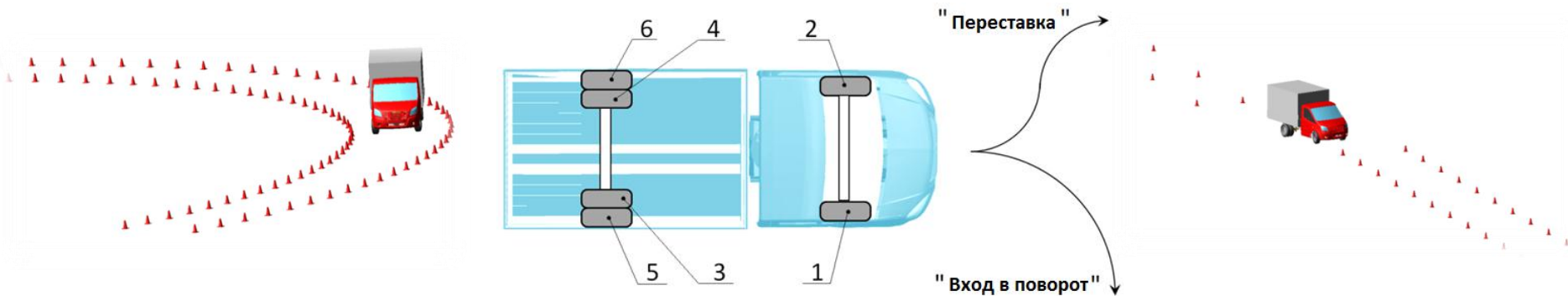
Компьютерное моделирование



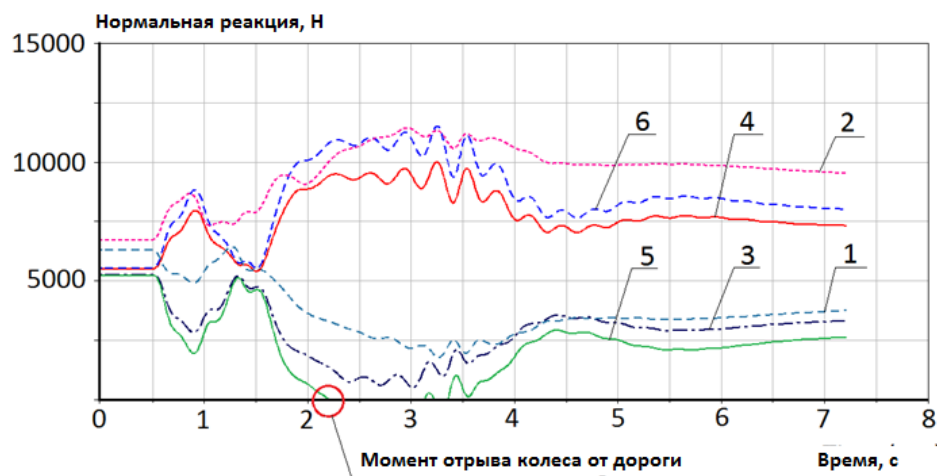
Стендовые испытания



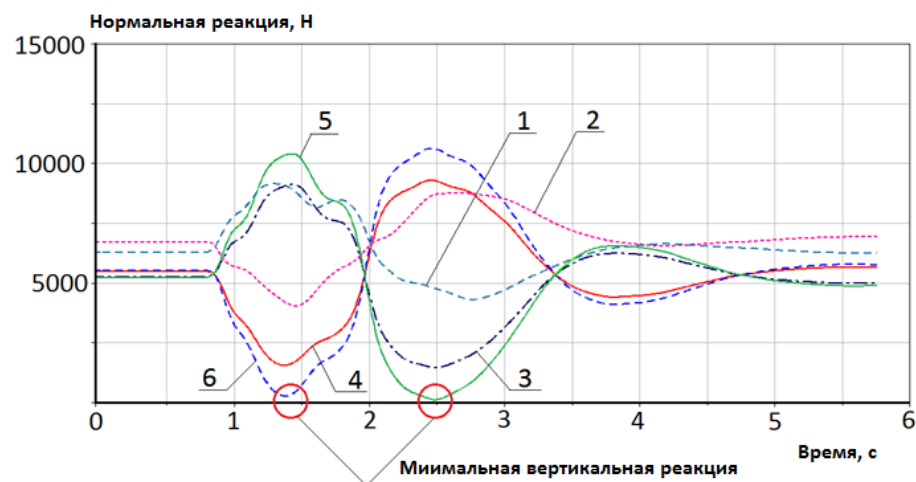
ε – угол наклона платформы		
Эксперимент	Моделирование	Расхождения, %
38,83	44,04	11
λ – относительный угол крена поддрессоренных масс		
6,23	4,39	29



«поворот»



«переставка»



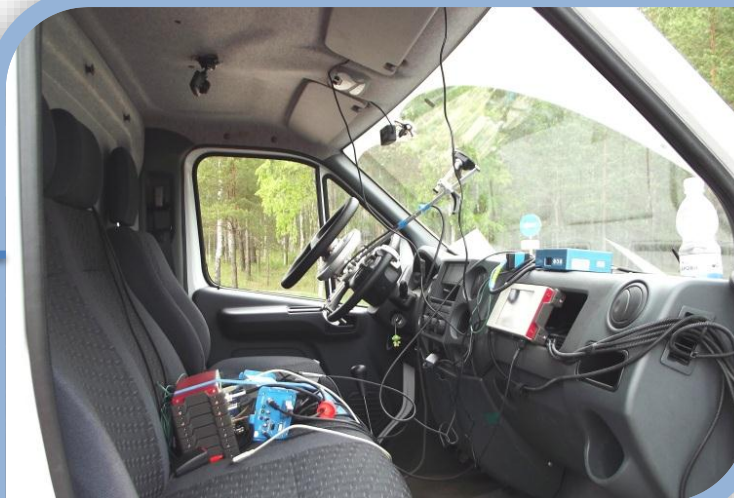


Балластирование

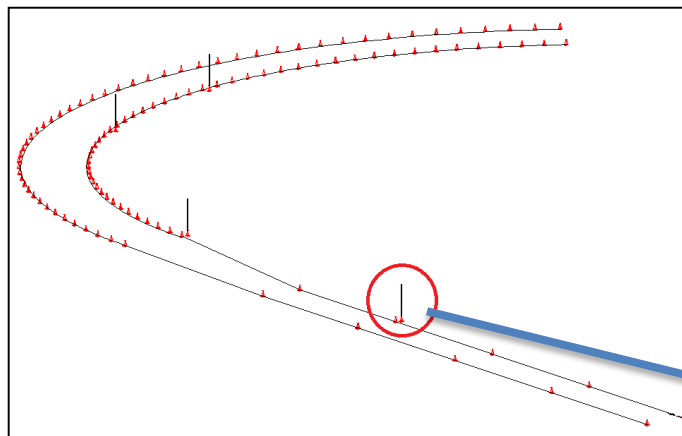


*Определение
показателей масс*

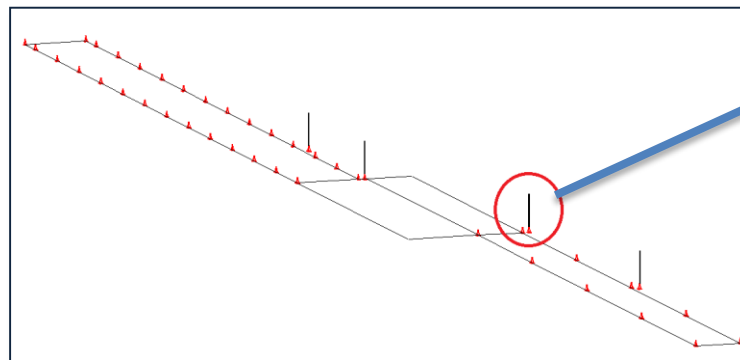
Установка оборудования

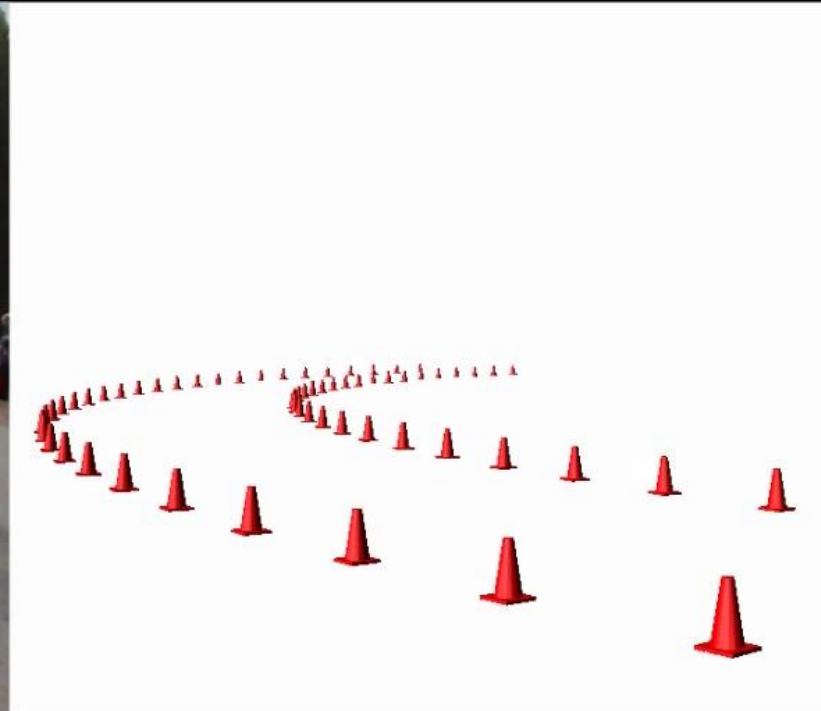


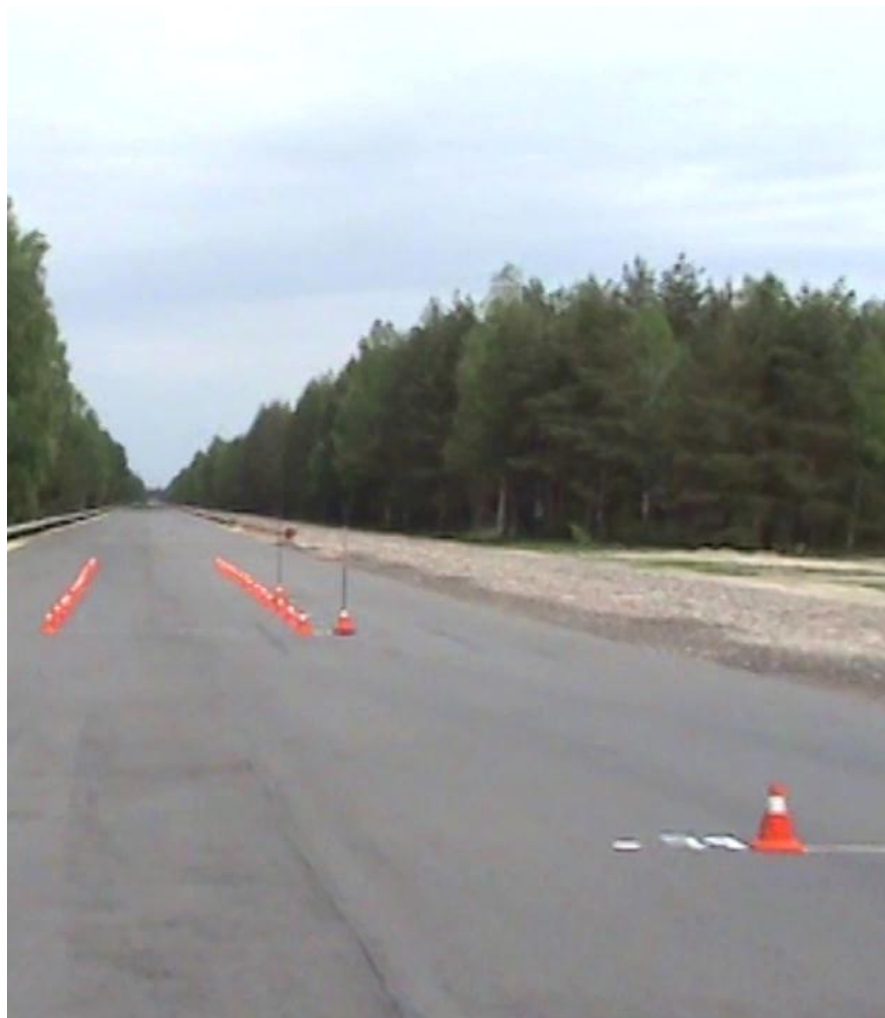
Испытание «поворот $R=35\text{ м}$ »



Испытание «переставка $S=20\text{ м}$ »







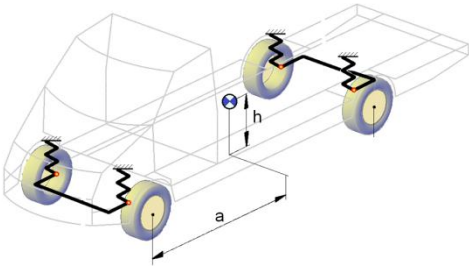
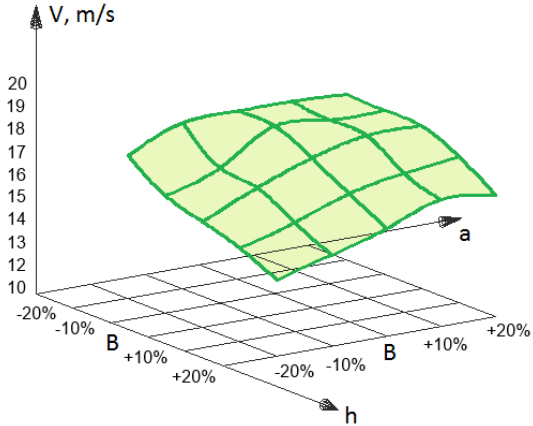
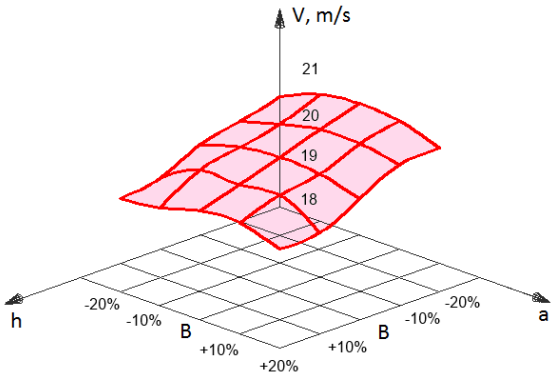
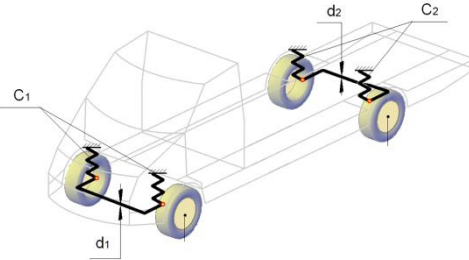
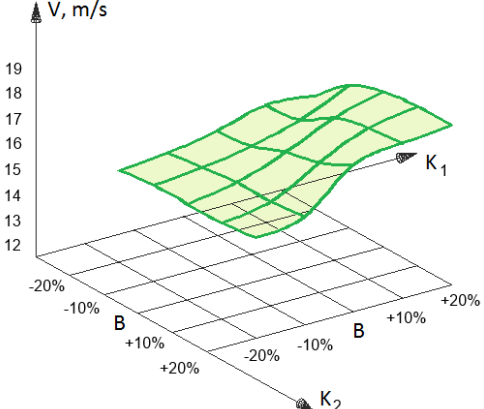
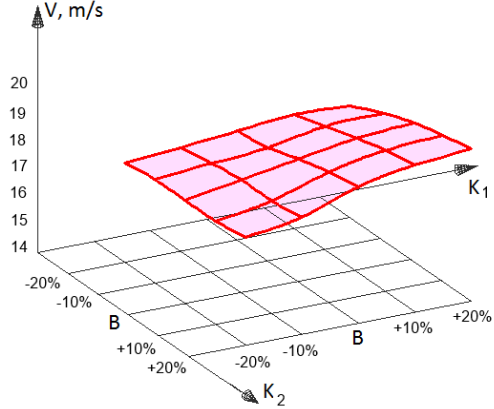
Полная масса

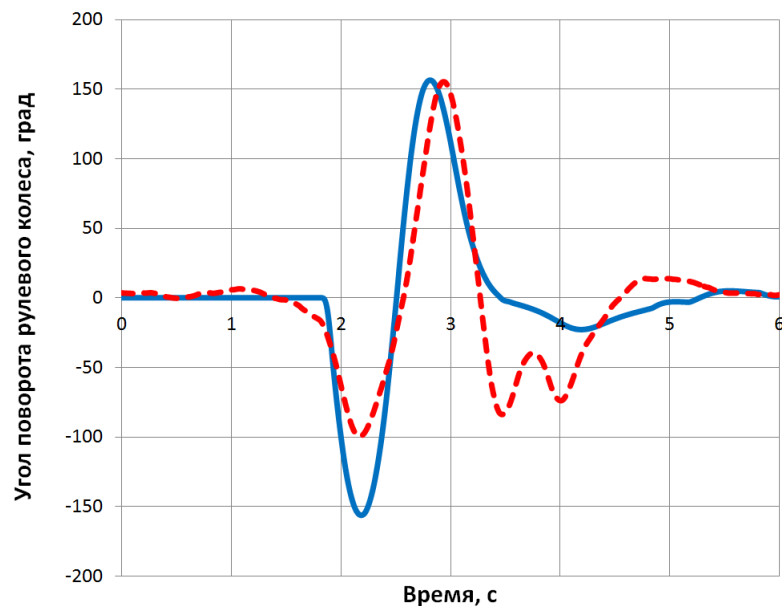
Поворот R=35м (норматив 60 км/ч)

Комплектация	Критическая скорость (эксперимент), км/ч	Критическая скорость (моделирование), км/ч	Расхождение, %
2 стабилизатора	62,0	60,2	2,9
без заднего стабилизатора	61,8	60,0	2,9
без стабилизаторов	60,4	59,0	2,3

Переставка S=20м (норматив 70 км/ч)

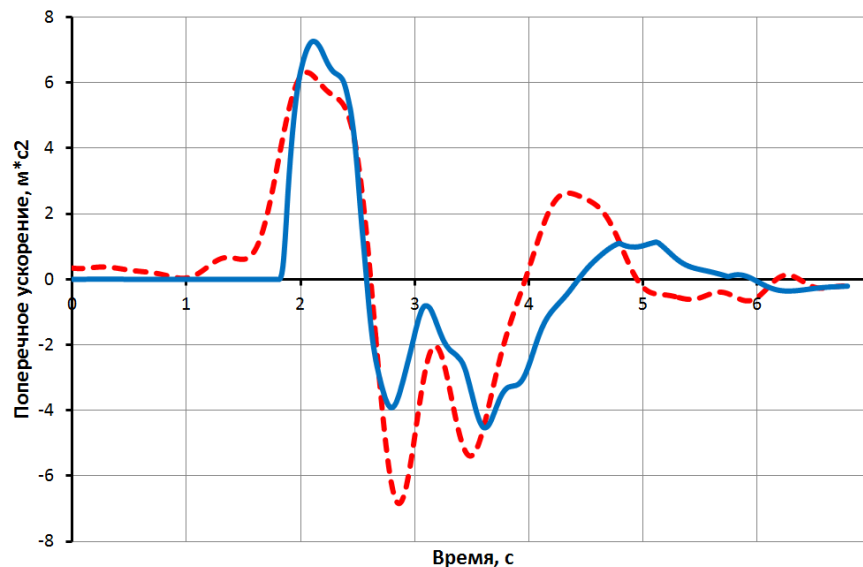
2 стабилизатора	73,5	70,8	3,7
без заднего стабилизатора	73,5	70,2	4,5
без стабилизаторов	70	70,2	2,8

	Испытание «Вход в поворот»	Испытание «Переставка»
Изменяемые параметры: h, a 		
Изменяемые параметры: K_1, K_2 $K_1 = C_1 / C_2 ; K_2 = d_1 / d_2$ 		



Зависимость угла поворота
рулевого колеса от времени
Скорость выполнения
маневра – 70 км/ч

Зависимость поперечного
ускорения от времени
Скорость выполнения
маневра – 70 км/ч



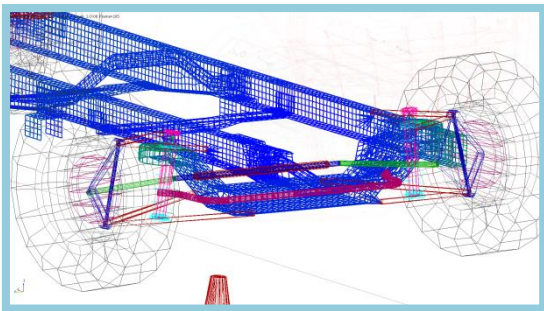
Моделирование



Эксперимент



Упругие элементы



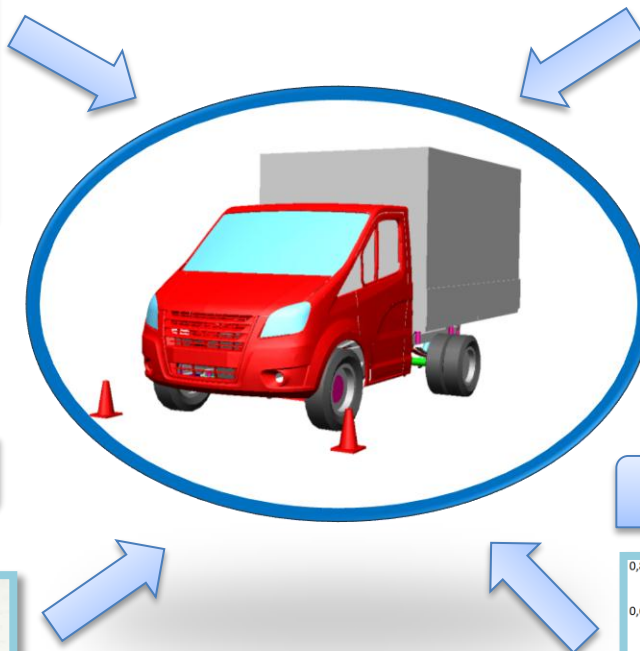
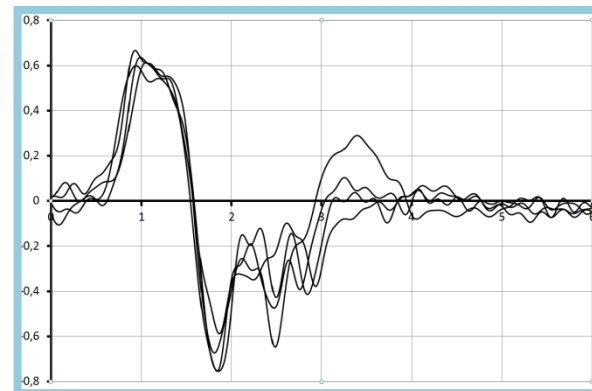
Испытания р/м изделий



Характеристики шины



Управляющее воздействие



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

603950, г. Нижний Новгород

ГСП-41, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, ул. Минина, д.24

Институт транспортных систем, директор Грошев Анатолий Михайлович

Тел. / факс (831) 436-63-64

+7-903-603-47-00

E-mail: groshev@ntu.nnov.ru