

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.И. ЛЕНИНА»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

**Исследование напряженно-деформированного состояния поперечного
рычага передней подвески автомобиля**

Обучающийся: студент гр.4-33: Е.О. Земеров

Руководитель: к.т.н., доц. Т.В. Шмелева

Формулирование цели и задач:

- Модернизация демпфирующих элементов передней подвески, при помощи проведенного анализа расчета характеристик демпфирования.
- Моделирование рычага поперечной устойчивости. Рассматривая конструктивную особенность рычага, построена 3D модель в программном комплексе Компас-3D, и проведен расчет на прочность построенной модели рычага поперечной устойчивости в программном комплексе ANSYS.



Рисунок 1 Передняя подвеска Lada Granta

Устройство подвески «MacPherson»:

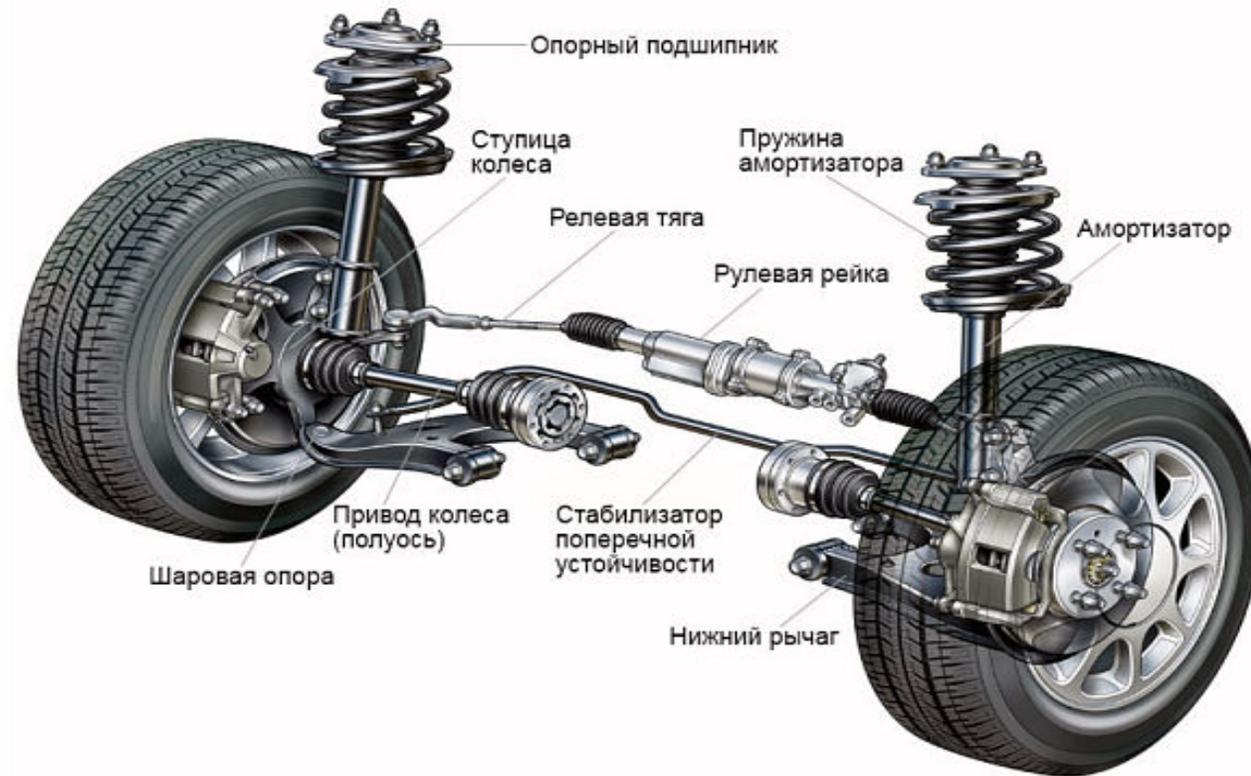


Рисунок 2 Устройство подвески

Анализ расчета характеристик демпфирования:

Скоростная характеристика стойки подвески, полученная на заводе-изготовителе будет являться источником входных данных. Подтверждение характеристик амортизатора, а также соответствие его условиям долговечности происходит при значениях скоростей движения штока 0.105 м/с и 0.314 м/с.

Средний коэффициент демпфирования стойки: $K_{CT} = \frac{F_{сж} + F_{отб}}{2 \cdot v}$

Подрессоренная масса для одного колеса: $m_{п} = \frac{m_{пп}}{2} - m_{н}$

Вертикальная жесткость передней подвески: $C_z = \frac{C_{пп}}{i_{CT}^2} + C_{ш} + C_{CTZ}$

Коэффициент относительного демпфирования: $\psi_{п} = \frac{K}{2 \cdot \sqrt{m_{п} \cdot C_z}}$

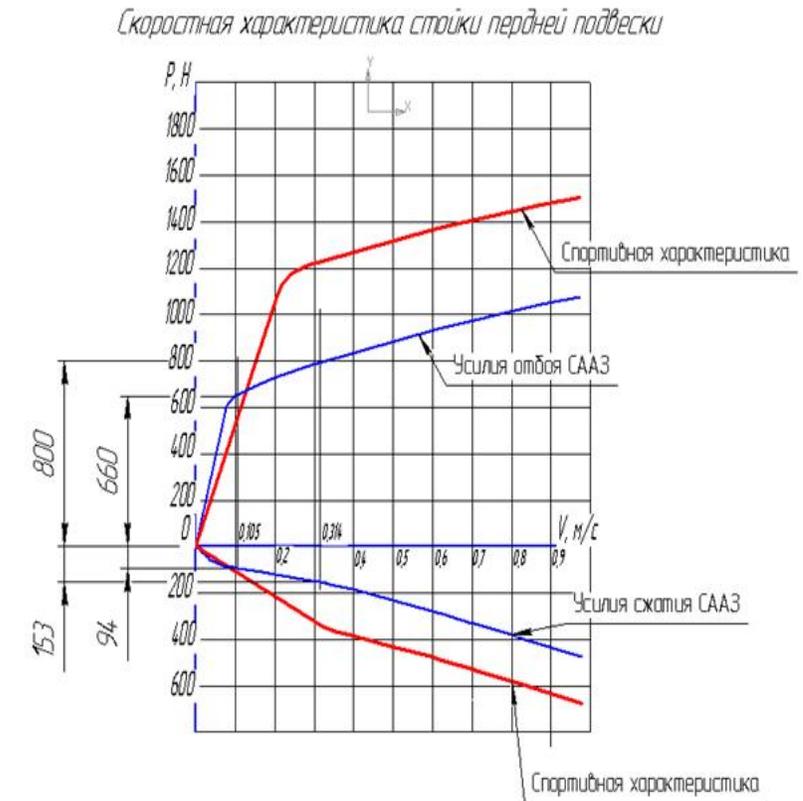


Рисунок 2.1 Скоростная характеристика стойки передней подвески

Результаты расчета

Модернизация характеристик демпфирования:

Таблица 1 Расчетные значения в ANSYS для каждой формы

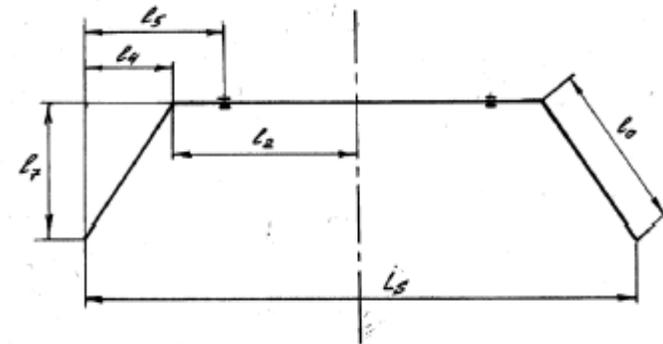
	- при одноименном ходе движения	- при разноименном ходе движения
Коэффициент относительного демпфирования до перерасчета	$\Psi_{\text{п}} = \frac{1366 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{М}}}{2 \cdot \sqrt{341.25 \text{ кг} \cdot 18.743 \frac{\text{кН}}{\text{М}}}} = 0.27$	$\Psi_{\text{п}} = \frac{1366 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{М}}}{2 \cdot \sqrt{341.25 \text{ кг} \cdot 40.9 \frac{\text{кН}}{\text{М}}}} = 0.18$
Коэффициент относительного демпфирования после перерасчета	$\Psi_{\text{п}} = \frac{1517 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{М}}}{2 \cdot \sqrt{341.25 \text{ кг} \cdot 18.743 \frac{\text{кН}}{\text{М}}}} = 0.30$	$\Psi_{\text{п}} = \frac{1517 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{М}}}{2 \cdot \sqrt{341.25 \text{ кг} \cdot 25.89 \frac{\text{кН}}{\text{М}}}} = 0.25$

Жесткости клапанных дисков: $C_d = a^3 \cdot y$

Жесткость базового амортизатора: $C_{\text{сж}} = C_{d1} + C_{d2} + C_{d3}$

Жесткость штанги стабилизатора поперечной устойчивости передней подвески:

$$C_{\text{сто}} = \frac{d^4 \cdot 6.18 \cdot 10^5}{2 \cdot l_0^3 + l_3^2 \cdot L_s + 7.78 \cdot l_2 \cdot l_7^2 - 2 \cdot l_4^3}$$



Конструктивная особенность внедрения рычага поперечной устойчивости автомобиля

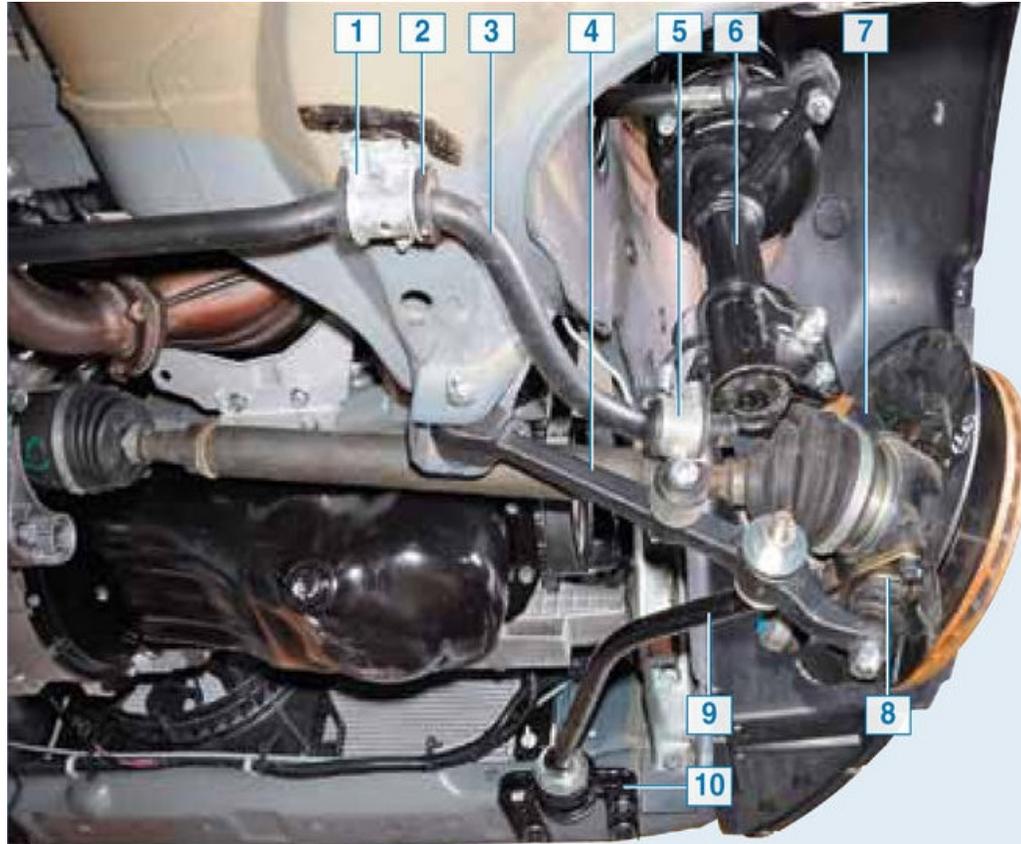


Рисунок 4 Элементы передней подвески на автомобиле Lada Granta

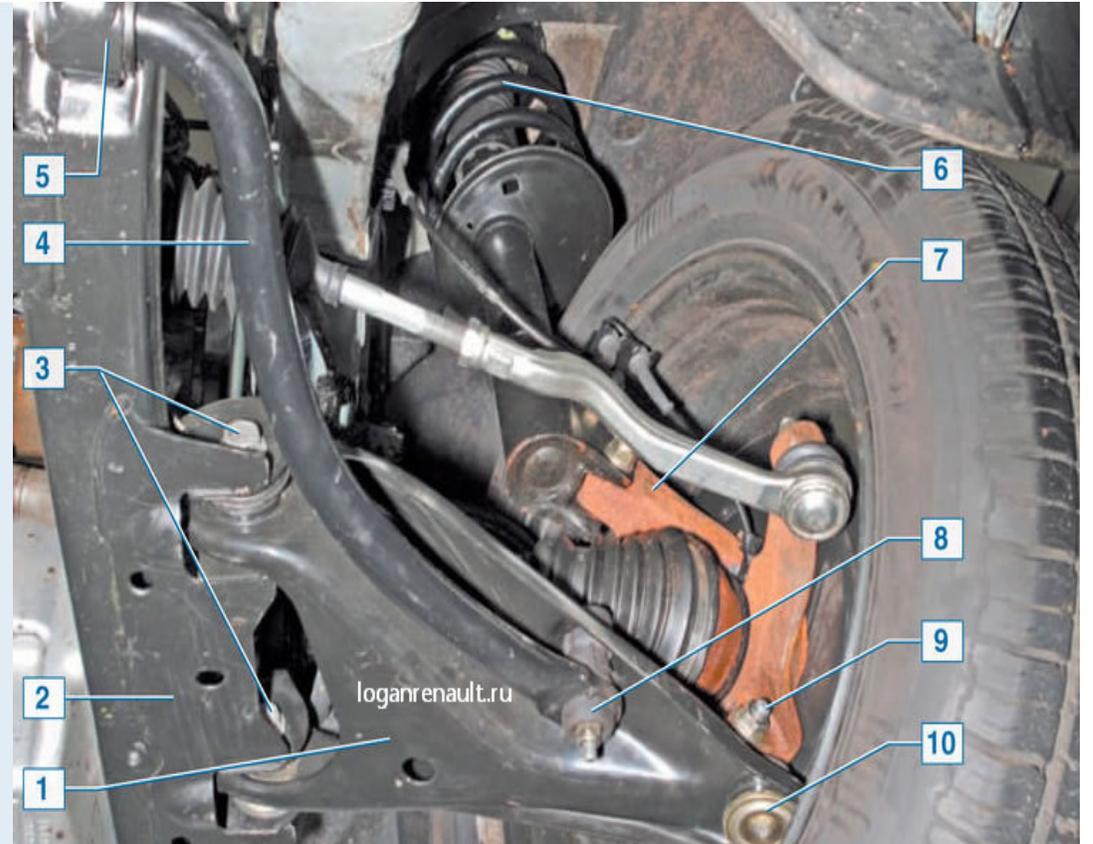


Рисунок 5 Элементы передней подвески на автомобиле Renault Logan

Построение 3D модели в программном комплексе Компас-3D

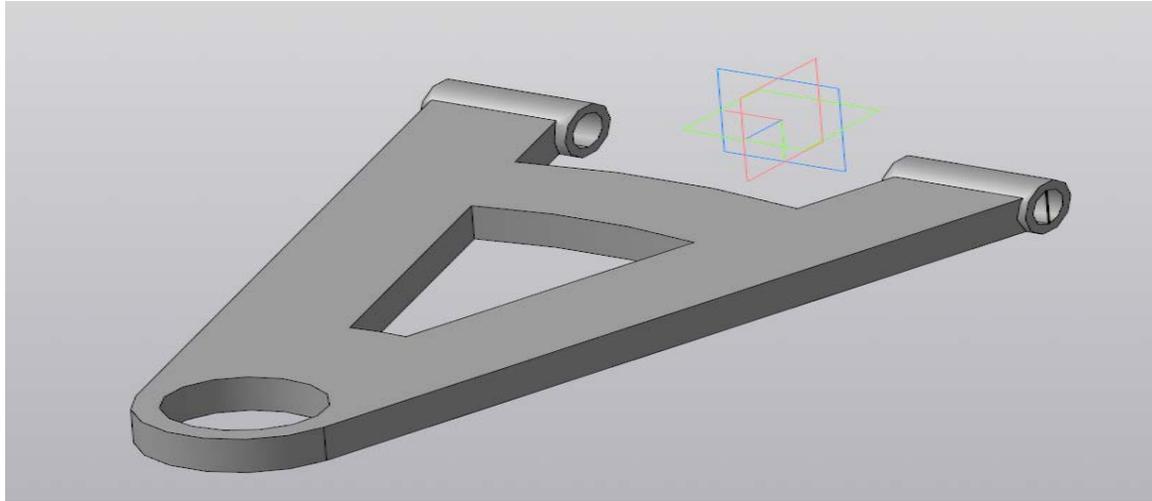


Рисунок 6 Модель 3D рычага в программе Компас-3D

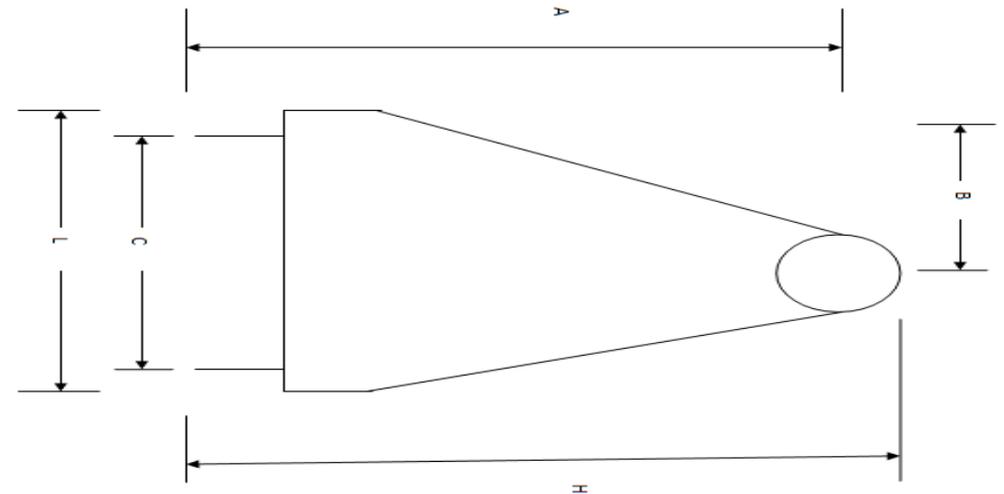


Рисунок 7 Схема построения рычага с геометрическими параметрами

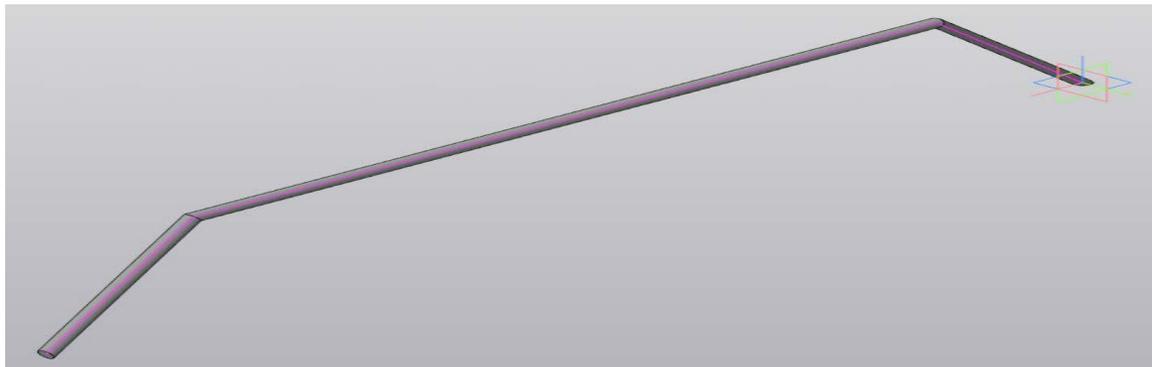


Рисунок 8 Модель 3D штанги стабилизатора в программе Компас-3D

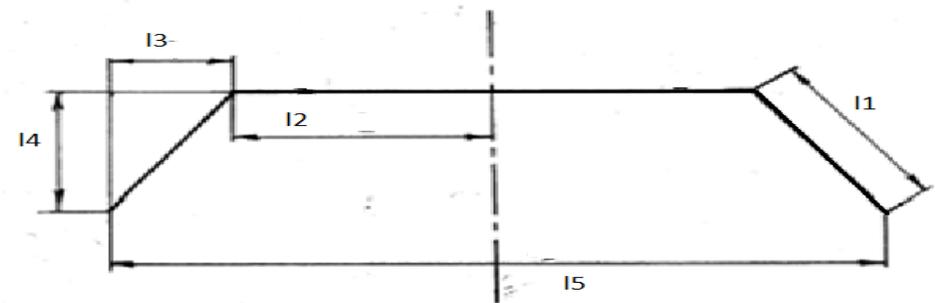


Рисунок 9 Схема построения штанги стабилизатора с геометрическими параметрами

Расчет на прочность в программном комплексе ANSYS

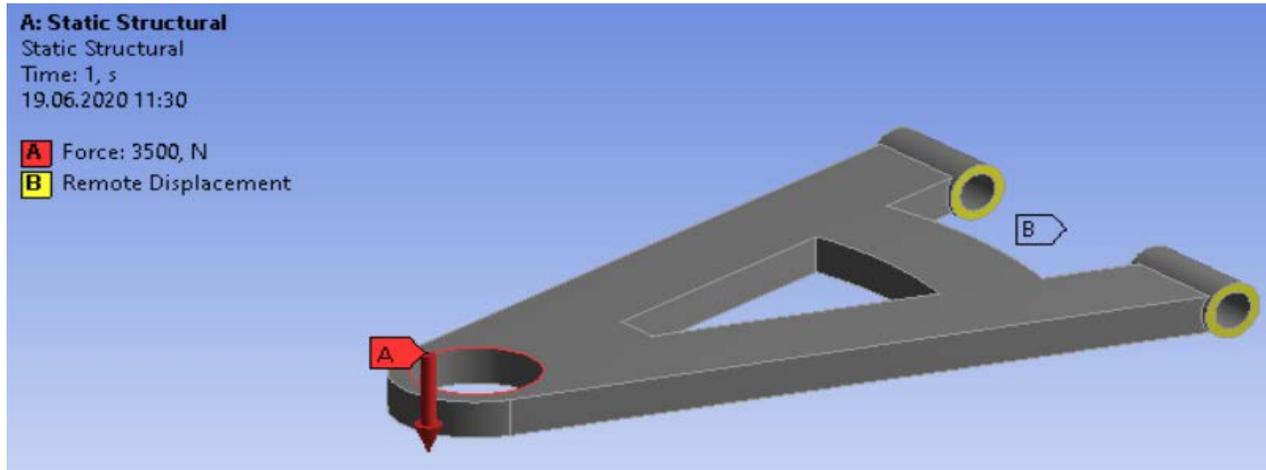


Рисунок 10 Изображение модели с приложенной вертикальной нагрузкой

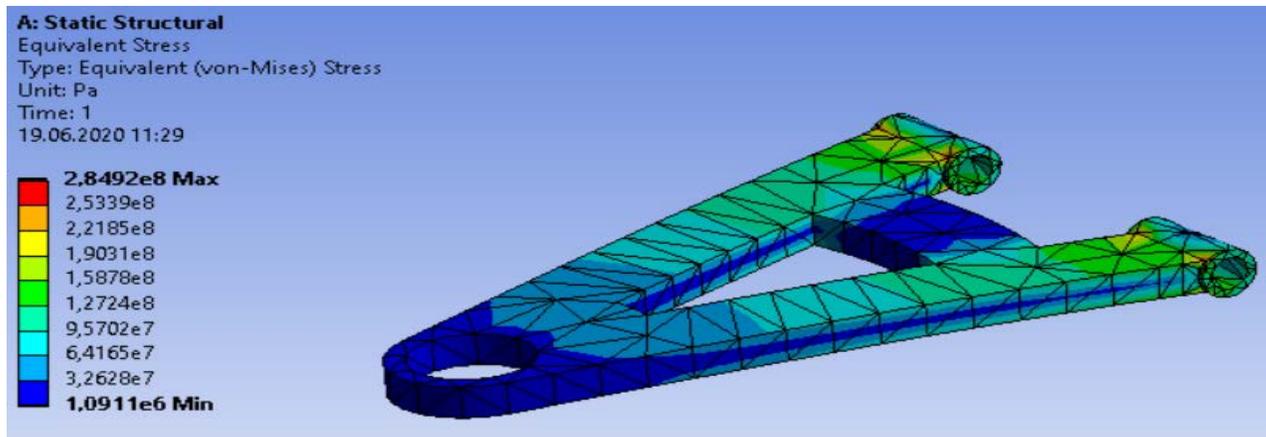


Рисунок 11 Изображение модели в напряженном состоянии (при вертикальной нагрузке)

- Максимальная нагрузка: 3,5кг
- Допустимое напряжение в зоне текучести: 400МПа
- Допустимое напряжение учитывая коэффициент запаса прочности составляет $400\text{МПа} * (1.4) = 285\text{МПа}$.
- Максимальное возникающие напряжение: 284.92МПа.

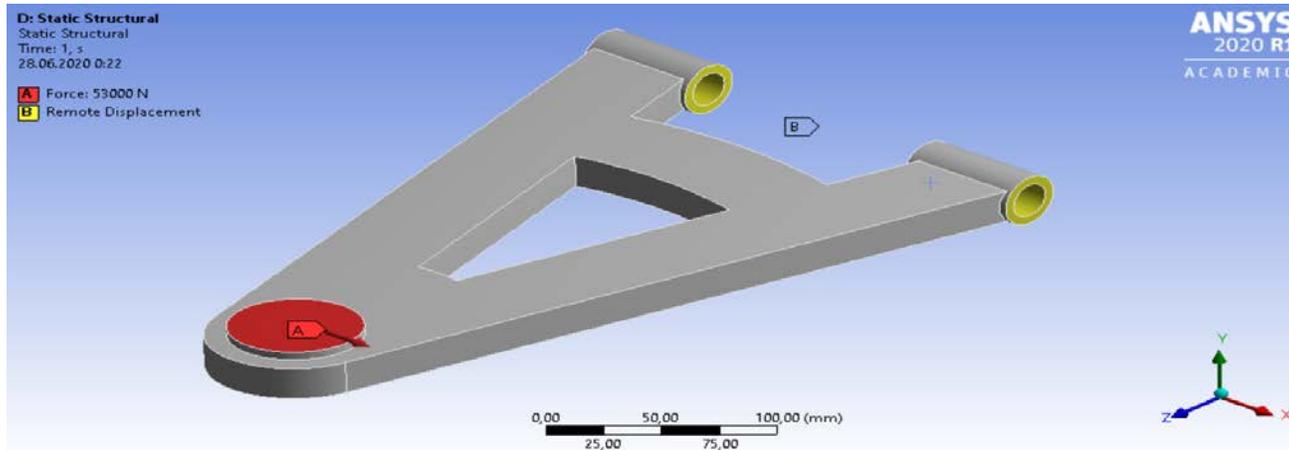


Рисунок 12 Изображение модели с приложенной горизонтальной-поперечной нагрузкой

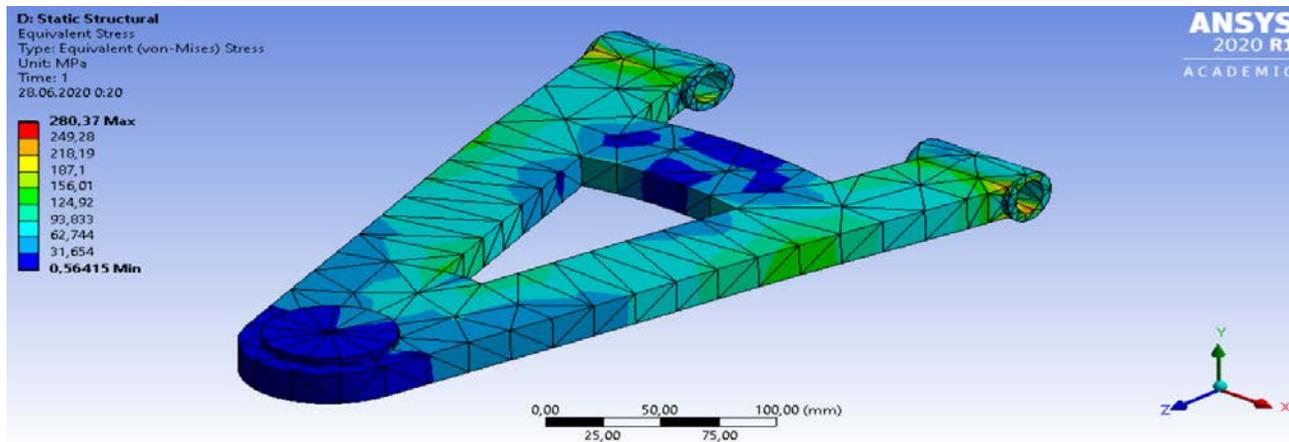


Рисунок 13 Изображение модели в напряженном состоянии (при горизонтальной-поперечной нагрузке)

- Максимальная нагрузка: 5,3т
- Допустимое напряжение в зоне текучести: 400МПа
- Допустимое напряжение учитывая коэффициент запаса прочности составляет $400\text{МПа} * (1.4) = 285\text{МПа}$.
- Максимальное возникающие напряжение: 280.37МПа.

Расчет собственных частот в программном комплексе ANSYS

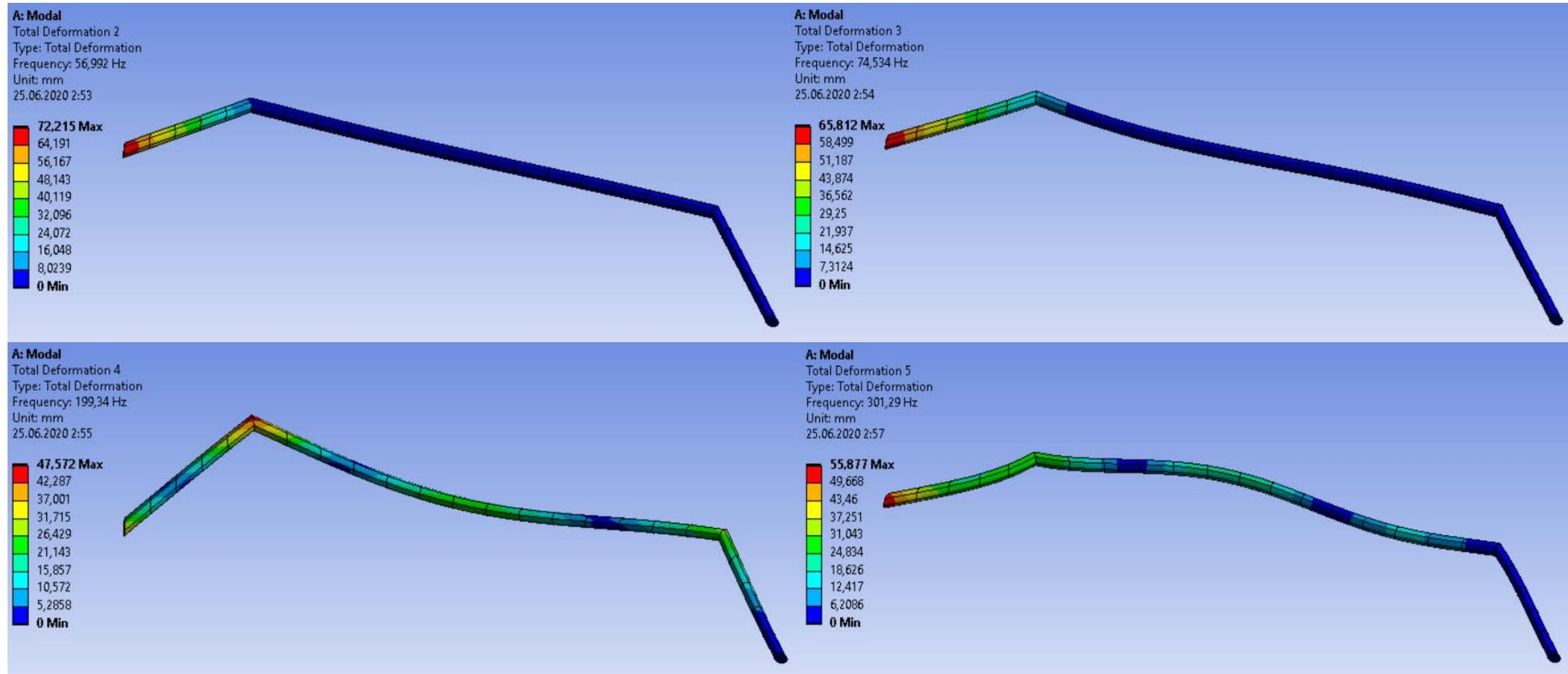


Рисунок 14 Собственные формы колебаний штанги стабилизатора

Заключение

В работе проведена конструктивная модернизация узлов ходовой части автомобиля:

- **Наилучшая плавность хода достигнута, располагая коэффициентом относительного демпфирования в пределах от 0.25 до 0.30.**
- **Смоделирован рычаг передней подвески типа «*MacPherson*», который выдерживает максимальные вертикальную 350 кг и горизонтально-поперечную 5,3 т нагрузки, не превышая допустимый предел прочности 285МПа.**
- **Смоделирована штанга стабилизатора, определены собственные формы колебаний.**