



DETERMINING THE LONGITUDINAL AND LATERAL STABILITY OF SPECIAL-PURPOSE VEHICLES AND THEIR DESCENT PATHS

Farkhod Matkurbonovich Matmurodov

Professor, Institute of Ground Forces

Azamat Alikabarovich Abbosov

Lecturer, Institute of Ground Forces

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19844202>

ARTICLE INFO

Received: 20th April 2026

Accepted: 27th April 2026

Online: 28th April 2026

KEYWORDS

Longitudinal and transverse stability; special car; center of gravity; upgraded layout.

ABSTRACT

The paper defines the longitudinal and transverse stability of special vehicles and indicates the ways of lowering these angles. The modernization of special vehicles made it possible to lower the center of gravity of various special vehicles by an average of $450-100 = 550$ mm. In the upgraded truck layout, $300+100=400$ mm. On the upgraded experimental KAMAZ, the angle of lateral stability has decreased by 50° and the angle of static longitudinal stability has been reduced by an average of 80° , which these angles will allow to meet the requirements of the applicable standards.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ И ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ АВТОМАШИН И ИХ ПУТИ СПУСКАНИЯ

Матмuroдов Фарход Маткурбонович

профессор Института сухопутных войск

Аббосов Азамат Аликабарович

преподаватель Института сухопутных войск

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19844202>

ARTICLE INFO

Received: 20th April 2026

Accepted: 27th April 2026

Online: 28th April 2026

KEYWORDS

Продольная и поперечная устойчивость; специальная автомобильная машина; центр тяжести; модернизированная компоновка;

ABSTRACT

В работе определены продольная и поперечная устойчивость специальных автомашин и указаны пути спускания этих углов. Модернизация специальных автомашин, дала возможность спустить центра тяжести различных специальных машин в среднем на $450-100=550$ мм. в модернизированной компоновки грузовой машины $300+100=400$ мм. На модернизированной опытном КамАЗе угла поперечной устойчивости уменьшился на 5° и угла статической продольной устойчивости уменьшены в среднем на 80° , которые эти углы позволят отвечать к требованию прямым стандартам.



ВВЕДЕНИЕ

Современные специальные автомашины (военные, строительные, спасательные и технологические) эксплуатируются в сложных дорожных и внедорожных условиях, характеризующихся переменными нагрузками, уклонами, неровностями поверхности и динамическими воздействиями. В таких условиях особое значение приобретает устойчивость машины, определяющая её способность сохранять равновесие без опрокидывания или потери управляемости.

Продольная устойчивость характеризует способность машины противостоять опрокидыванию при движении по уклонам (подъём или спуск), тогда как поперечная устойчивость связана с движением по косограм или при боковых воздействиях. Потеря устойчивости может привести к аварийным ситуациям, снижению эффективности эксплуатации и увеличению риска для обслуживающего персонала.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения безопасности и надёжности специальных автомашин за счёт совершенствования методов оценки устойчивости и разработки конструктивных и эксплуатационных решений, направленных на её повышение.

Целью данной работы является определение продольной и поперечной устойчивости

специальных автомашин, а также обоснование эффективных путей её повышения (включая безопасное движение на спусках и уклонах).

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использован комплекс теоретических и аналитических методов, основанных на положениях теоретической механики, динамики транспортных средств и инженерного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЯ

Производится расчет центров тяжести манипуляторов F65S Loclift, Синегорец-75 и МУГ-70 в транспортном положении и в положении при движении техпомощи с грузом.

Исходя из расчетов центров тяжести элементов манипулятора определяется центр тяжести всего манипулятора по формулам:

$$X_m^i = \frac{\sum_{i=1}^9 (X_i \cdot M_i)}{\sum_{i=1}^9 M_i}, \quad Y_m^i = \frac{\sum_{i=1}^9 (Y_i \cdot M_i)}{\sum_{i=1}^9 M_i},$$

где X_i, Y_i – координаты центров тяжести элементов манипулятора в положении с грузом; $M_i = M_j$ – массы элементов манипулятора; X_j, Y_j – координаты центров тяжести элементов манипулятора в положении "без груза"; X_m^i, Y_m^i – координаты центра тяжести манипулятора в положении «с грузом»; X_m^j, Y_m^j – координаты центра тяжести манипулятора в положении без груза» [8,2].

Центры тяжести манипуляторов приведены к оси задней тележки для удобства расчетов (рис.1).

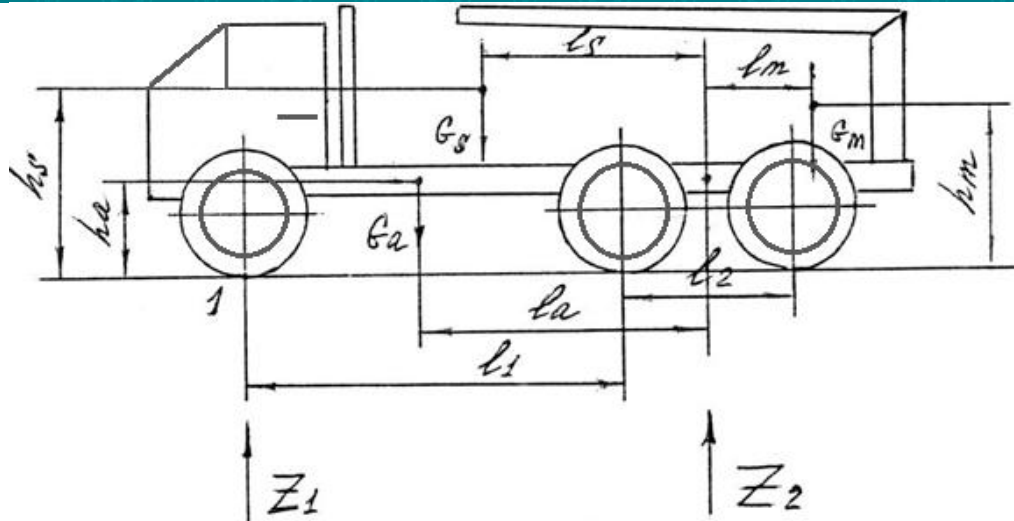


Рисунок 1 – Схема существующей компоновки специальных автомашин

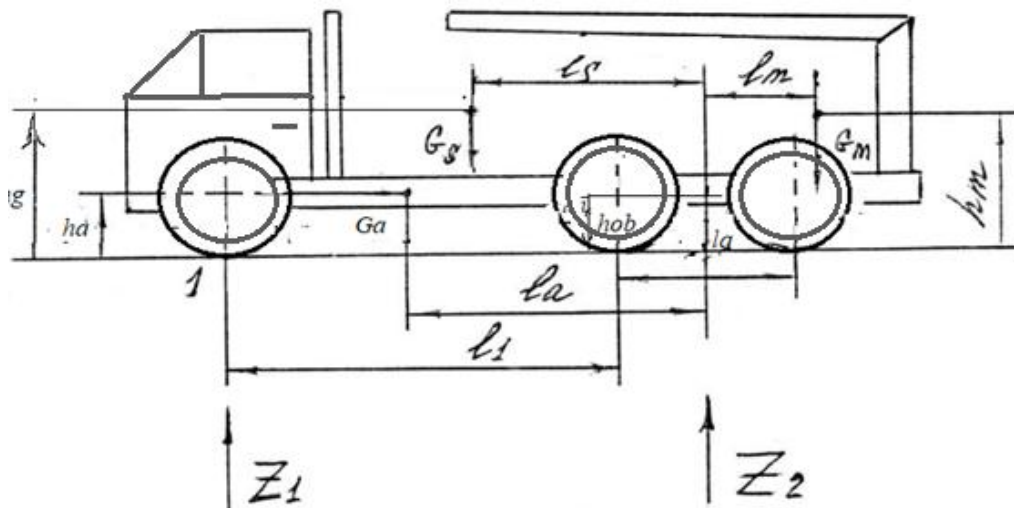


Рисунок 2 – Схема модернизированной компоновки грузовой машины, центр тяжести спустили почти на 0,5 раз

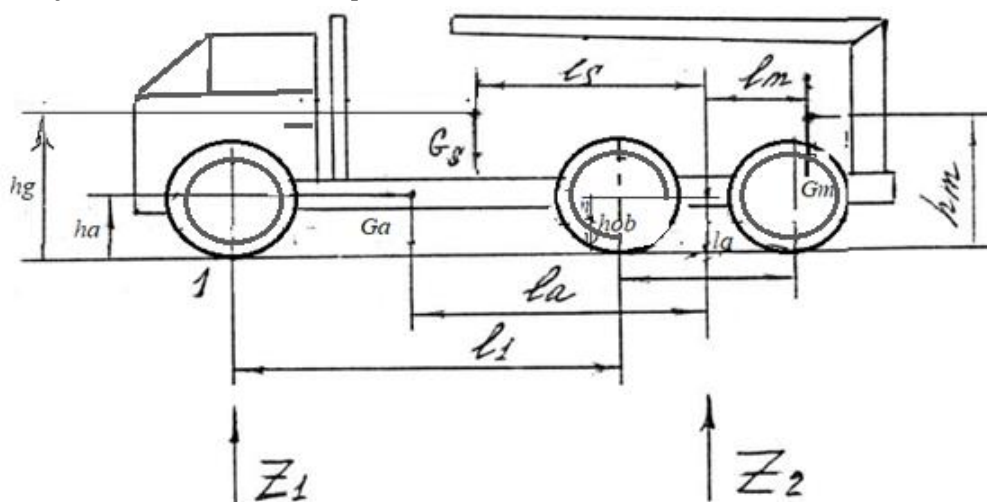


Рисунок 3 – Схема модернизированной компоновки грузовой машины, центр тяжести спустили почти на 0,5 раз и станины манипулятор укорочены на 0,4m

Рассматривая сумму моментов относительно точки 1, получаем формулу для определения реакции дороги на заднюю тележку техпомощи.

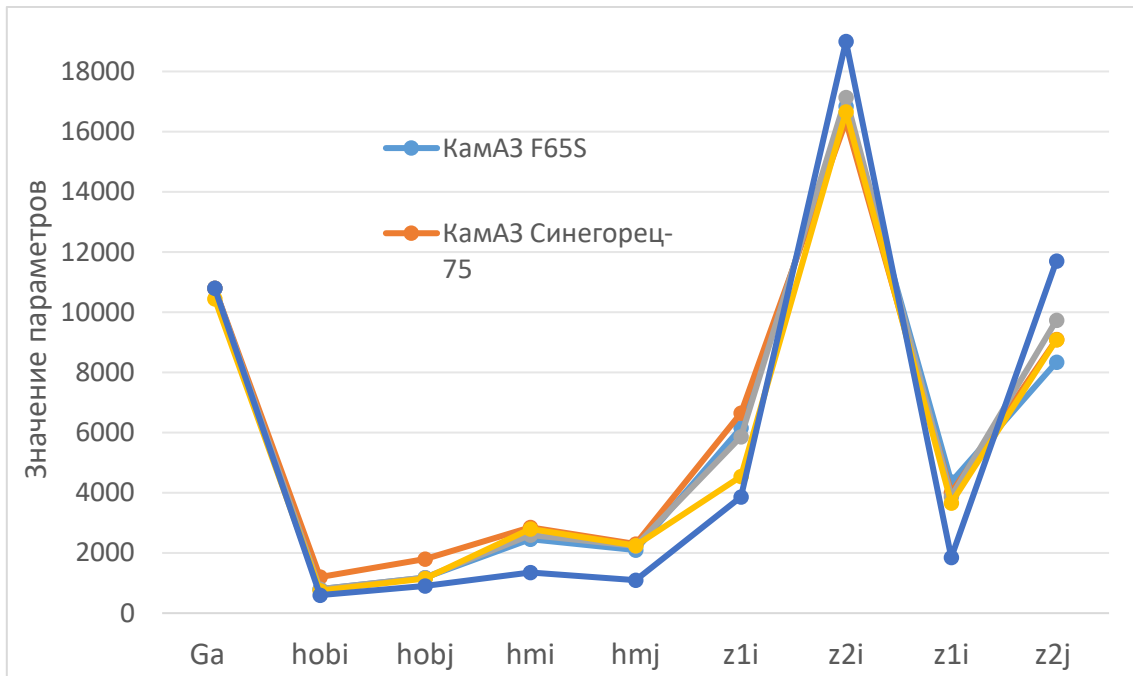
$$Z_2 = \frac{G_a(l_1+0,5l_2-l_a)+G_s(l_1+0,5l_2-l_s)+G_m(l_1+0,5l_2-l_m)}{l_1+0,5l_2}$$

(1)

Рассматривая сумму моментов относительно точки 2, получаем формулу для определения реакции дороги на переднюю ось техпомощи:

$$z_1 = \frac{G_a \cdot l_a + G_s \cdot l_s - G_m \cdot l_m}{l_1 + 0,5l_2} \quad (2)$$

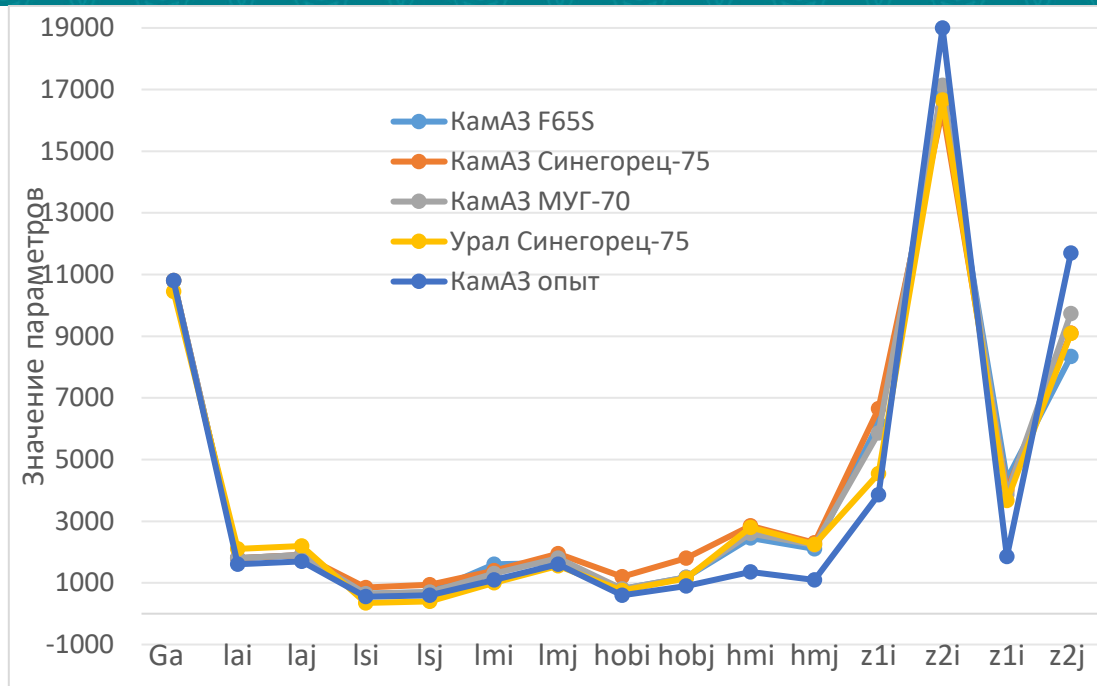
Параметры компоновки для четырех манипуляторов и результаты расчетов сведены в рис.4.



Рисунке 4 - Сравнение высоты центра тяжести различных специальных машин, в том числе со модернизированной компоновки грузовой машины

На рис.4 указаны сравнения высоты центра тяжести различных специальных машин, в том числе со модернизированной компоновки грузовой машины. При этом центр

тяжести спустили 0,5 раз или 300 мм на модернизированной компоновки грузовой машины, а на существующих специальных машинах центр тяжести спустили в среднем 450 мм. На модернизированной компоновки грузовой машине усилие на заднего колеса на 4% больше чем переднего колеса.



Рисунке 5 - Сравнение высоты центра тяжести различных специальных машин, в том числе со модернизированной компоновки грузовой машины и станины манипулятор укорочены

На рис. 5 указаны сравнения высоты центра тяжести различных специальных машин. При этом центр тяжести спустили 0,5 раз и станины манипулятора продвинули вперед 0,4m. На модернизированной компоновки грузовой машины станины манипулятора продвинутие вперед 0,4m чем существующих специальных машин улучшил технологического состояния. На модернизированной компоновки грузовой машины который станины манипулятор продвинутие вперед списал центр тяжести на 0,2 раза или 100 мм. На модернизированной компоновки грузовой машине усилие на заднего колеса на 1,5% больше чем переднего колеса. Если такой же

модернизация спустил центра тяжести различных специальных машин так же примерно на 100 мм.

Для упрощения дальнейших расчетов будет целесообразно рассчитать координаты центров тяжести техпомощи в груженном и порожнем положениях.

Расчет производится по формулам:

$$X_c = \frac{G_a \cdot l_a + G_s \cdot l_s - G_m \cdot l_m}{G_a + G_s + G_m},$$

$$Y_c = \frac{G_a \cdot h_a + G_s \cdot h_s - G_m \cdot h_m}{G_a + G_s + G_m}.$$

Рассмотрим сумму моментов относительно точки А; принимая во внимание, что в момент отрыва переднего колеса. $z_1 = 0$ [5,6]

Тогда $G_c \cdot \cos \alpha X_c - G_c \sin \alpha Y_c = 0$

(3)

Из этого уравнения получается формула для определения максимального угла $\alpha_{max}^{cm} = \arctg \frac{X_c}{Y_c}$

(4)

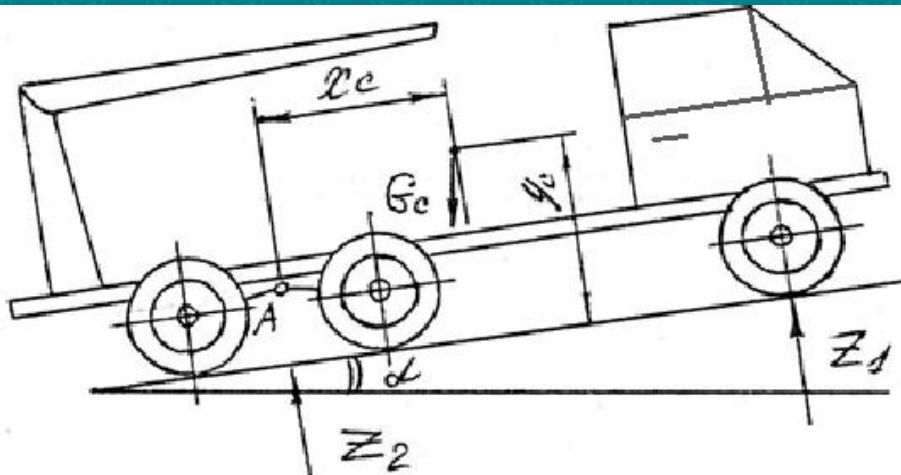


Рисунок 6 – Схема сил для продольной устойчивости техпомощи на уклоне в статике

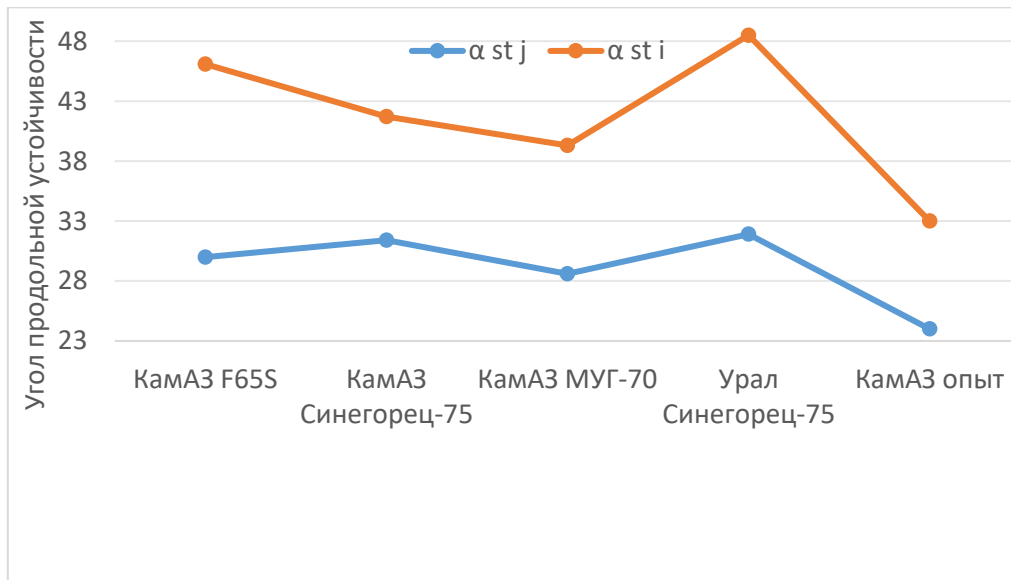


Рисунок 7 - Угла уклona для статического положения продольной устойчивости

На рис.7 указаны сравнения угла статической продольной устойчивости различных специальных машин. В нем опытном КамАЗе угла статической продольной устойчивости уменьшены в среднем 8° . Данный преобразованный угол отвечает к требованию приятным стандартам.

Рассмотрим систему моментов относительно точки А, принимая во внимание что $z_1=0$ в момент отрыва колеса.

$$G_c \cos X_c - G_c \sin \alpha Y_c - M_p = 0 \quad (5)$$

где M_p - реактивный момент, кгс/м.

Схема сил для определения максимального угла подъема для данного положения техпомощи представлена на рисунке 8.

Расчетная схема сил для определения минимального угла склона для данного положения техпомощи представлена на рисунке

9. Рассмотрим сумму моментов относительно точки А, принимая во внимание, что в момент отрыва колеса $z_2 = 0$

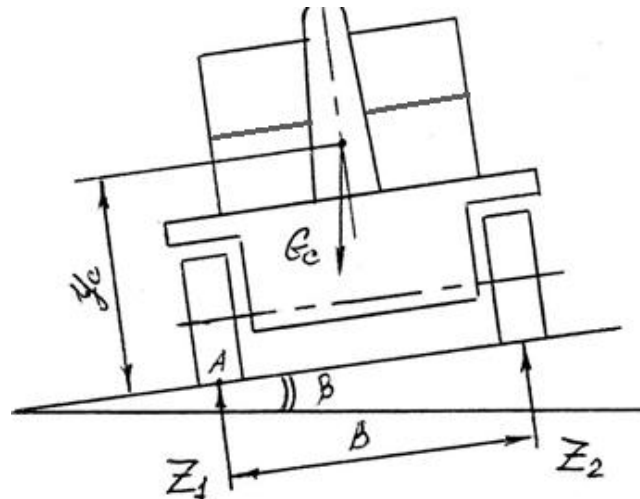


Рисунок 9 – Схема сил для определения поперечной устойчивости в транспортном положении

Результаты расчета максимального угла для различных видов компоновки техпомощи представлены рис.4.

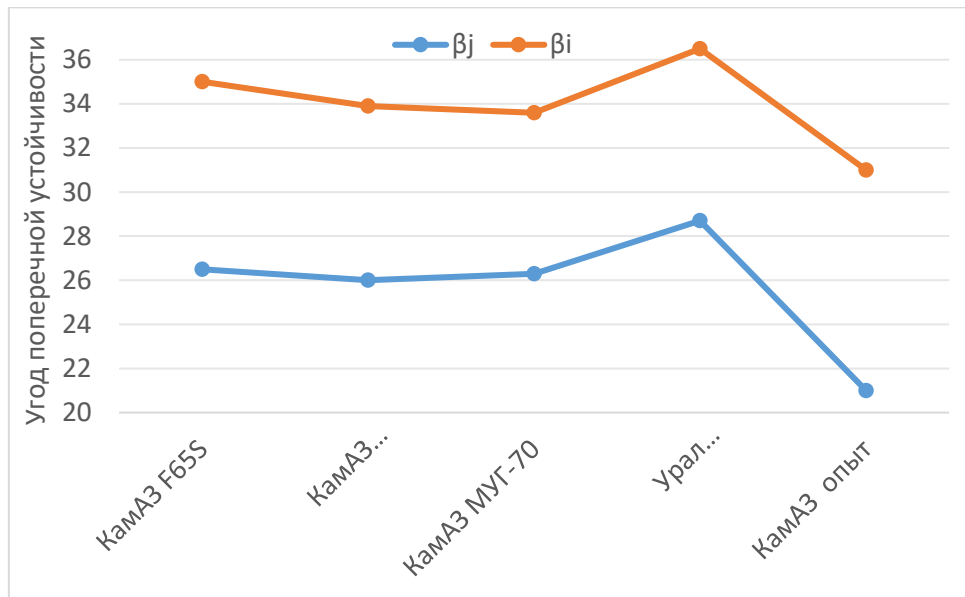


Рисунок 10 - Угол поперечной устойчивости в транспортном положении

опытном угла поперечной устойчивости уменьшил 5° . Это преобразованные угла отвечает к требованию стандарту.

Из риса.10, можно узнать сравнения угла поперечной устойчивости в транспортном положении. Модернизация на КамАЗ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, что проведены сравнения высоты центра тяжести



различных специальных машин. Модернизация спустил центра тяжести различных специальных машин в среднем на $450-100=550$ мм. в модернизированной компоновки грузовой машины $300+100=400$ мм.

Модернизация на КамАЗ опытным, угла поперечной

устойчивости уменьшил 5° С, а угла статической продольной устойчивости уменьшены в среднем 8° С. Данный преобразованный угол позволит отвечать к требованию приятым стандартам.

References:

1. Анурьев, В.И. (1982) *Справочник конструктора машиностроителя*: В 3 т. Т2. – Машиностроение, –584.
2. Воробьев, Л.Н. (1981) *Технология машиностроения и ремонт машин*. –М.: Машиностроение, 325.
3. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. (1983) *Курсовое проектирование по технологии машиностроения*. – Минск: Высшая школа, 291.
4. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. (1985) *Точность обработки заготовки и припуски в машиностроении*. Справочник в 2 т. – Т.2. – М.: Машиностроение, 496.
5. Никонов В.О., Посметьев В.И., Козлов Е.В., Бородкин В.О. (2019) Анализ конструктивных особенностей гидрофицированных технологических машин с рекуперацией потенциальной энергии рабочего органа с грузом // *Воронежский научно-технический вестник*. –Т.1, №1(27). 4-19. Режим доступа: <http://vestnikvglta.ru/arhiv/2019/1-27-2019/4-19.pdf>
6. Посметьев В.И., Никонов В.О. (2017) Повышение эффективности лесовозного автомобиля с помощью рекуперативного гидропривода // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*, № 131(07), 61.
7. Панов А.А. Аникин В.В., Бойм Н.Г. и др. (1988) *Обработка металлов резанием*: Справочник технолога / – М.,341.
8. Сейпаталиеву Е.Е. (2020) *Дипломная работа на тему: Разработка грузового автомобиля с погрузочно-разгрузочным устройством*, Алматы, 61.