

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАНИПУЛЯТОРОВ В ТРАНСПОРТНОМ ПОЛОЖЕНИИ

Строкова Е.Е.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Байкалов В.А.

Сибирский федеральный университет

Рассмотрены некоторые конструкции зарубежных и отечественных гидравлических манипуляторов, составлена их обобщенная схема. Произведено сравнение обобщенных моделей по габаритным размерам манипуляционной системы в сложенном состоянии, объёму пространства, занимаемого манипуляторами, длине вылета, координатам центра масс.

Введение. Одной из основных тенденций в развитии конструкций бортовых гидравлических манипуляторов является повышение компактности их манипуляционного оборудования в транспортном положении. Это обусловлено тем, что их монтируют на раме бортового автомобиля или седельного тягача, или раме прицепных звеньев и установка манипулятора приводит к уменьшению полезного пространства грузовой платформы, снижению полезной грузоподъёмности, изменению габаритов автотранспортного средства. Установка манипулятора может повлиять на показатели маневренности, устойчивость и другие показатели автотранспортного средства.

Постановка задачи.

Рассмотрены некоторые конструкции зарубежных и отечественных гидравлических манипуляторов (рис. 2 а, 3 а, 4 а, 5 а). Все выбранные для сравнения манипуляторы устанавливаются между кабиной и кузовом. В транспортном положении манипуляционное оборудование располагается в поперечной плоскости относительно оси транспортного средства.

Для возможности дальнейшего сравнения представленных манипуляторов по заявленным выше параметрам принимаем обобщенную модель (рис. 1), отражающую особенности каждого из манипуляторов, и моделируем с помощью нее конфигурацию в транспортном положении каждого из манипуляторов.

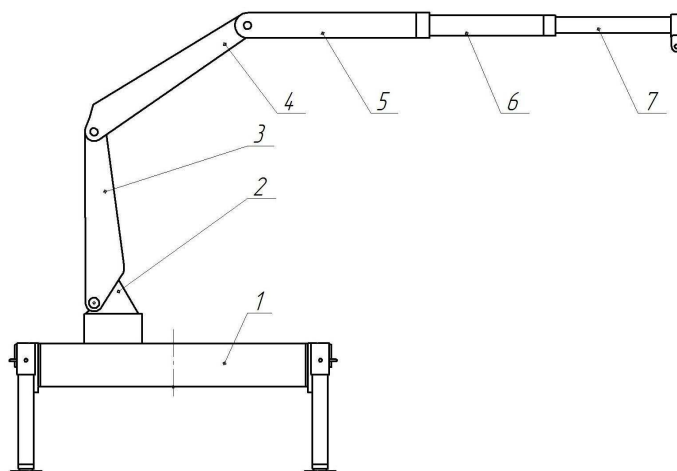


Рис. 1. Обобщенная модель манипуляторов

1 – опорное устройство; 2 — механизм поворота; 3 — колонна; 4 — первая стрела; 5 — вторая (телескопическая) стрела; 6, 7 — выдвижные секции

Поскольку все манипуляторы располагаются между кабиной и кузовом, «вписываем» обобщенную модель каждого из манипуляторов в транспортном положении в пространство за кабиной автомобиля КамАЗ 53215, ограниченное габаритными размерами самой кабины (рис. 2 б, 3 б, 4 б, 5 б). Затем на основе обобщенной схемы в том же самом заданном пространстве, моделируем такую конфигурацию при которой данная модель манипулятора будет иметь наибольший вылет (рис. 2 в, 3 в, 4 в, 5 в).

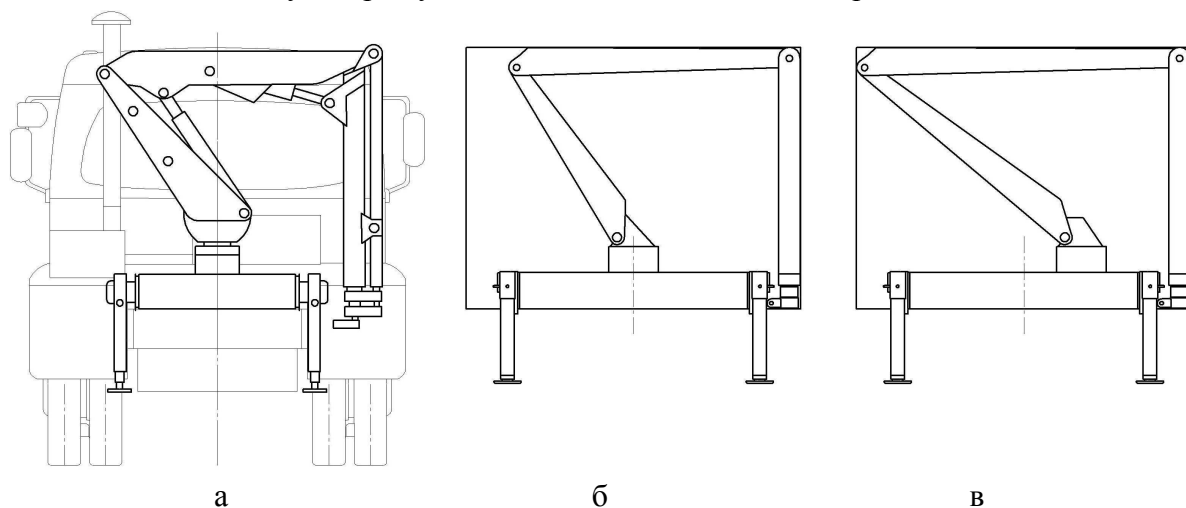


Рис. 2. Манипулятор Нумми 977 и его обобщенная модель «вписанные» за кабиной автомобиля КамАЗ 53215

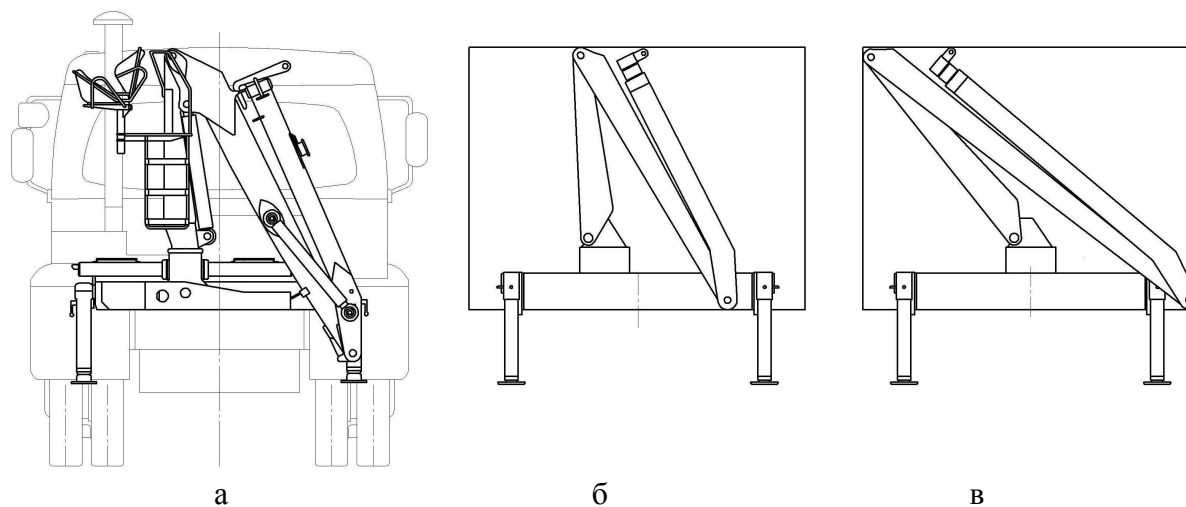


Рис. 3. Манипулятор Loglift 61 Z и его обобщенная модель, «вписанные» за кабиной автомобиля КамАЗ 53215

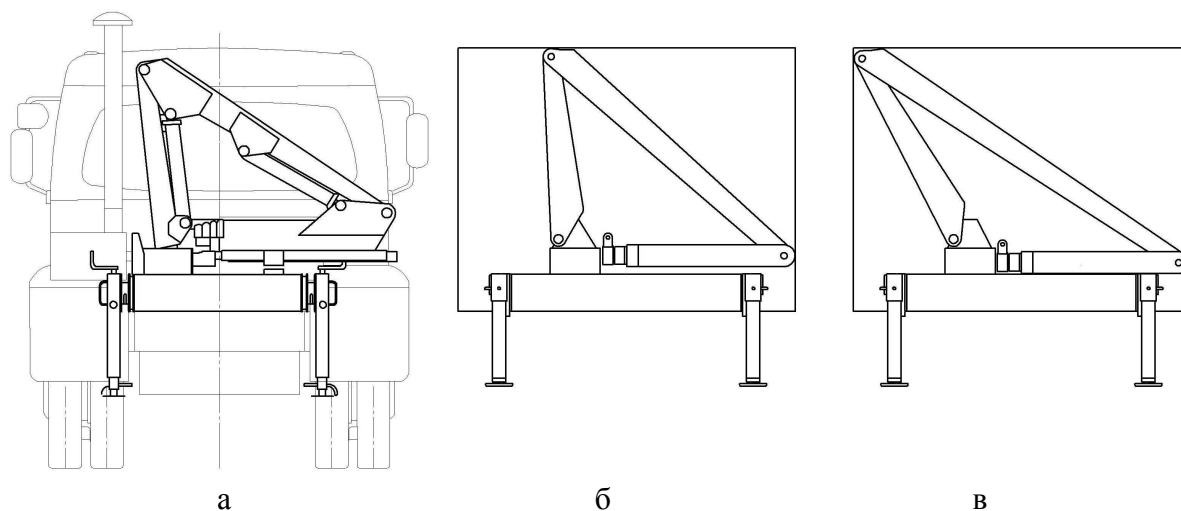


Рис. 4. Манипулятор Синегорец-25 и его обобщенная модель, «вписанные» за кабиной автомобиля КамАЗ 53215

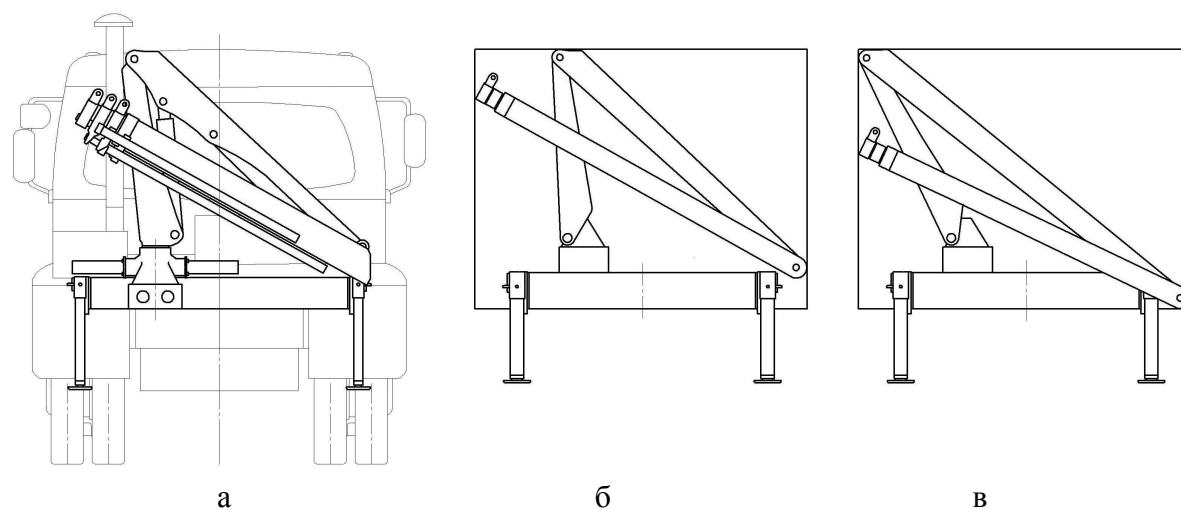


Рис. 5. Манипулятор Hiab XS HiDuo и его обобщенная модель, «вписанные» за кабиной автомобиля КамАЗ 53215

Полученные обобщенные модели сравниваем по максимальной длине вылета. Для этого произведем расчет функции положения характерной точки гидроманипуляторов (точка O на расчетной схеме). Расчетная схема (рис. 6) манипулятора имеет шесть обобщенных координат, по которым манипулятор способен совершать независимые перемещения звеньев и от которых зависит конфигурация манипулятора в рабочем и транспортном положении.

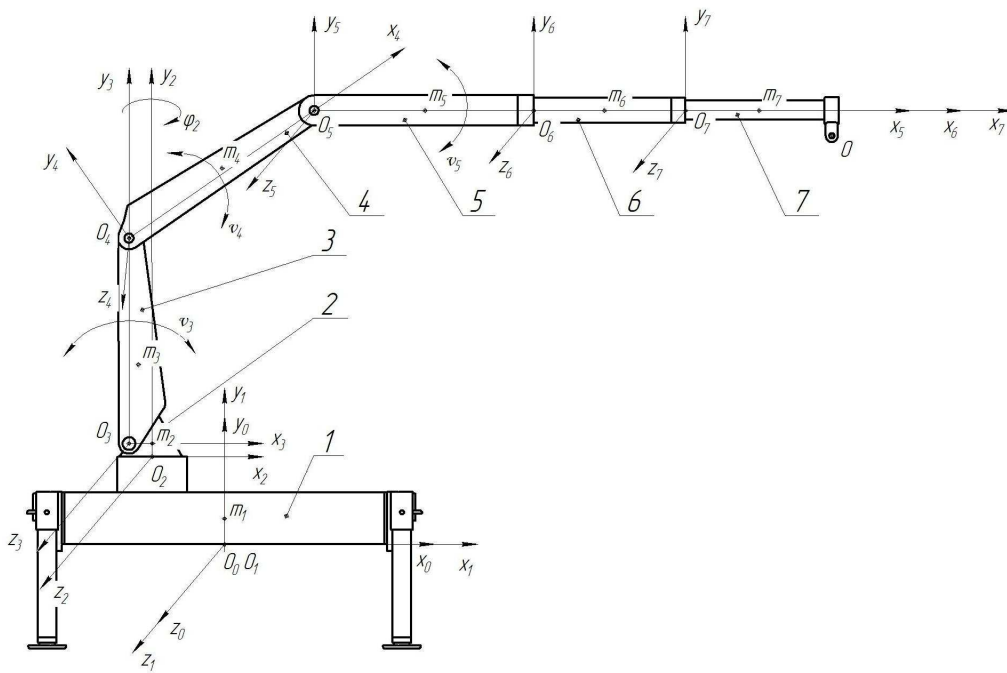


Рис. 6. Расчетная схема:

1 - опорное устройство; 2 – поворотное устройство; 3 - поворотная колонна; 4 – первая стрела; 5 – вторая (телескопическая) стрела; 6, 7 — выдвигаемые секции

Расчет производим на основе векторно-матричного описания геометрии манипулятора с использованием однородных координат. Вектор, заданный координатами точки O_7 -го звена, в инерциальной системе координат $O_0X_0Y_0Z_0$, связанной рамой транспортного средства:

$$R_O = T_7 \cdot R_{7O};$$

где T_7 – матрица перехода из $O_7X_7Y_7Z_7$ системы координат в систему координат связанную с рамой транспортного средства;

R_{7O} – вектор, заданный координатами точки O_7 -го звена, в системе координат $O_7X_7Y_7Z_7$, связанной с третьей выдвигающей секцией телескопической стрелы.

В ходе расчетов были получены следующие результаты (рис. 7):

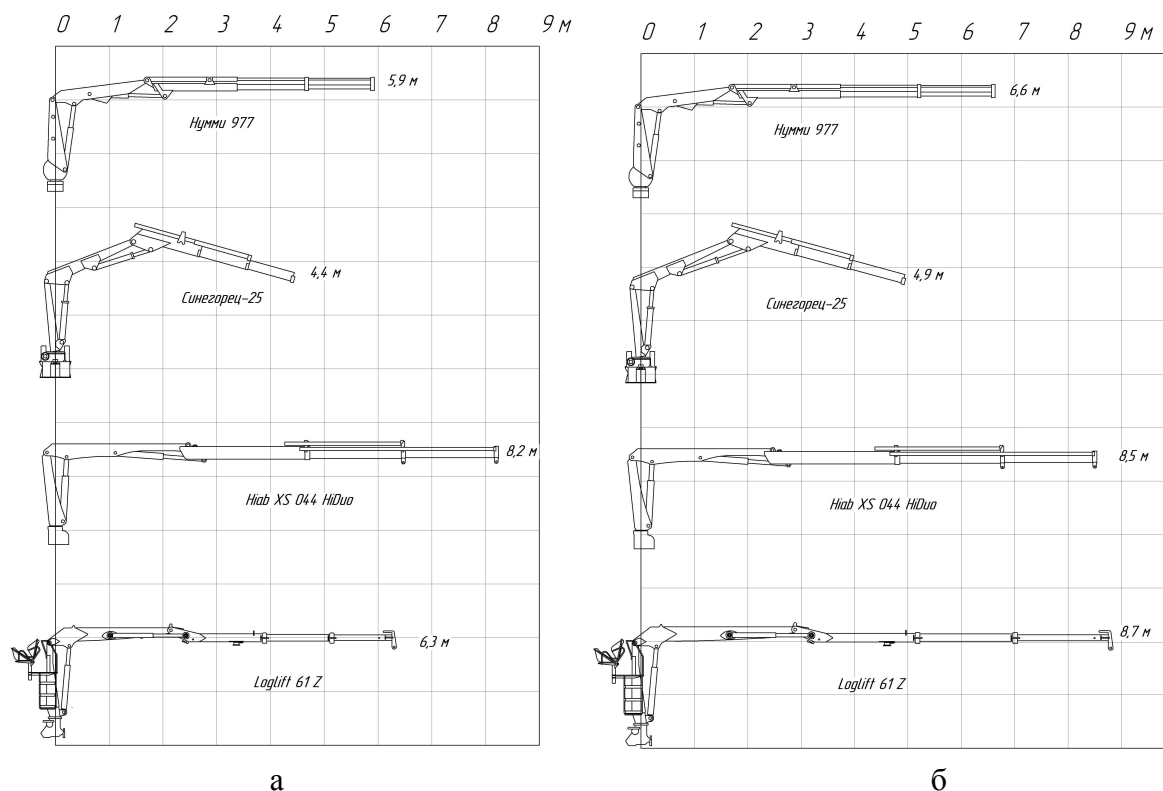


Рис. 7. Длина вылета манипуляторов обобщенных моделей манипуляторов с исходным расположением звеньев (а) и с максимальным вылетом (б).

Из полученных результатов можно сделать вывод, что при расположении звеньев в транспортном положении, как у манипулятора Hiab XS 044 HiDuo, можно получить максимальный радиус работ (8,2 м) при разгрузке и загрузке грузов кузов транспортного средства. Наименее эффективным в этом отношении будет являться манипулятор Синегорец-25 (4,4 м). Из результатов расчетов обобщенных моделей с максимальным вылетом видно, что максимальный вылет будет иметь конфигурация манипулятора Loglift.

Координаты центра масс манипулятора найдём в векторно-матричной форме с использованием однородных координат на основе обобщённой расчётной схемы (рис. б).

Координаты центра масс манипулятора, представленного в виде системы звеньев ($i=1,2,3...n$), обладающих массой m_i определяем по выражению:

$$\vec{R}_{0m} = \frac{1}{m_m} \sum_{i=1}^k m_i T_i \vec{R}_{im},$$

где $m_m = \sum_{i=1}^k m_i$ – масса манипулятора;

Где T_i матрица перехода из $O_i X_i Y_i Z_i$ системы координат в систему координат связанную с рамой транспортного средства;

R_{im} – вектор, заданный координатами центра масс i -ого звена, в системе координат $O_i X_i Y_i Z_i$.

В процессе определения центра масс обобщенных схем манипуляторов в транспортном положении были получены следующие результаты (рис. 13):

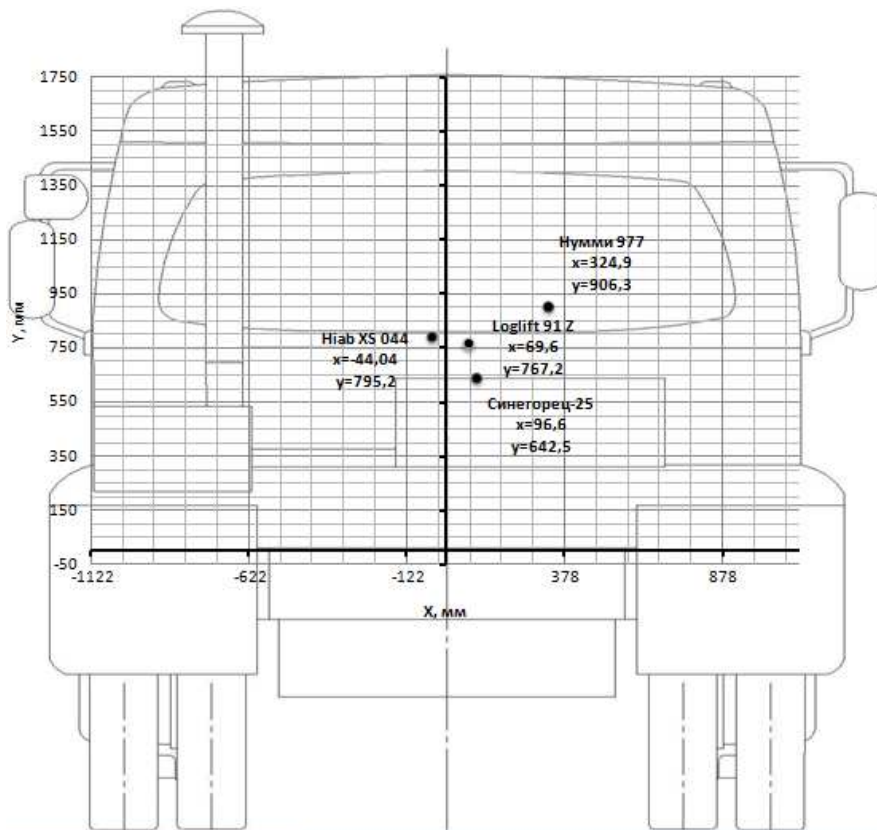


Рис. 6. Расположение центров масс обобщенных схем манипуляторов с исходным расположением звеньев.

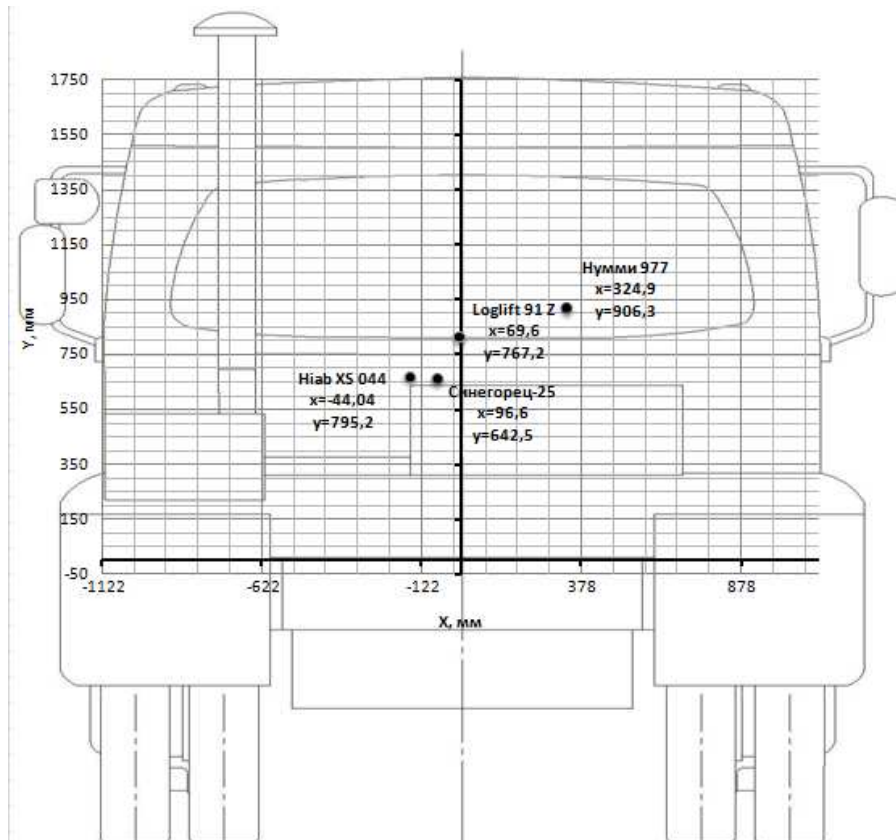


Рис. 14. Расположение центров масс обобщенных схем манипуляторов с максимальным вылетом

Используя полученные результаты конфигурация манипулятора Синегорец-25 будет наиболее устойчива при движении автопоезда и оказывать меньшее влияние на его маневренность. При расположении же звеньев в транспортном положении как у манипулятора Нумми 997 влияние на маневренность автопоезда будет наибольшим, поскольку центр масс данной конструкции больше всех смещен от оси транспортного средства, а так же расположен выше остальных.

Выводы. Сравнение обобщенных моделей манипуляторов по таким параметрам, как габаритные размеры манипуляционной системы в сложенном состоянии, объём пространства, занимаемого манипуляторами, длина вылета, координаты центра масс показал, что такая конфигурация в транспортном положении, как у манипулятора Hiab XS 044 HiDuo позволяет получить максимальный радиус работ при работе с грузами. При расположении звеньев в транспортном положении, как у манипулятора Синегорец-25 будут наилучшими показатели маневренности при движении автопоезда.