

# ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА КВАНТОВОЙ ТЯГЕ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Д.т.н., профессор кафедры транспортных систем СПбГАСУ  
Котиков Юрий Георгиевич

Международная научно-практическая конференция  
«Проблемы территориального развития Арктической зоны  
и пути их решения»

Санкт-Петербург, СПбГАСУ

29 сентября 2021 года

# 1. Актуальность транспортного обеспечения Арктики

- Экономика Российской Арктики и примыкающих к ней районов обладает огромным потенциалом. Номенклатура товаров – широчайшая; несколько морских и множество речных портов, множество нефте- и газодобывающих предприятий, рудоносных карьеров, намечаемая сеть логистических терминалов – всё это требует сети дорог.
- Реализация этой сети, однако, проблематична. Сеть федеральных автодорог (730 км (Минтранс 2017)) явно недостаточна, и развитию ее препятствуют факторы: суровый климат, мерзлота, сложность сухопутного и гидрологического профилей, низкая несущая способность грунтов, ранимость северной природы.
- Между береговой лентой СМП и освоенным континентальным ареалом протянулась Зона бездорожья, в каждой части которой предпочтительны свои виды транспорта. А между тем в 2024 году грузооборот СМП должен составить 80 млн т. (Замятина 2018).
- Пока нет вездеходных ледоколов. Имеются сомнения в необходимости поддержки круглогодичной эксплуатации СМП. Передвижение по зимникам сопряжено с опасностями. Риск прекращения сообщения есть на многих участках арктических транспортных путей. Плата за неопределённость в условиях сезонного завоза - необходимость содержания мощного складского хозяйства (Замятина 2019).

- В экстремальных пространствах Севера поддержка одновременно многих видов транспорта нецелесообразна из-за низкой плотности населения. В большинстве случаев сохраняются маршруты между крупными населёнными пунктами, скорые и местные виды транспорта отсутствуют. В такой обстановке повышается тенденция к универсализации транспортных средств (ТС) (Замятина 2018).
- В северных районах строительство стационарных дорог целесообразнее заменять использованием вездеходного транспорта. Значение внедорожных ТС в транспортных системах Севера и Арктики беспрецедентно. Оно вытекает из условий бездорожья. Отметим отечественные вездеходы ТРЭКОЛ, «Кречет», снегоболотоходы «Хищник» и «Тром». На шинах низкого давления передвигаются КамАЗ-Арктика, Русак К-8, Бурлак.
- Каждое из названных ТС имеет все же узкую специализацию и не охватывает всего множества условий Арктики. Необходим поиск концепций и решений для более широкой универсализации ТС Арктики на базе новейших достижения науки и техники.

## 2. Разработки физиков

- Научные разработки на рубеже 20 – 21 веков обозначили контуры квантовой энергетике, нацеленной на использование энергии физического вакуума. Устремления авторов прорывных теорий (Tesla, Dirac, Puthoff, Леонов В.С и др.) направлены на поиск, открытие и формализацию Единого поля, существование которого предвидел Эйнштейн.
- В раскрытии сущности Единого поля находится ключ к овладению силами гравитации и способность черпать энергию из мирового вакуума.
- Реализация последнего приведет к формированию нового технологического уклада, который, естественно, охватит и транспорт. И тогда на смену ДВС и реактивным двигателям придут полевые, квантовые двигатели (КвД).

- Концепция Эйнштейна Единого поля, формирование Дираком модели физического вакуума в виде «кипящего бульона», идея Путхоффа о колоссальной энергоемкости физического вакуума были комплексно реализованы Леоновым В.С. в теории Упругой квантованной среды (1996-1997) и **Теории Суперобъединения** (Theory of Superunification, 2010) - после открытия им кванта пространства-времени (квантона).

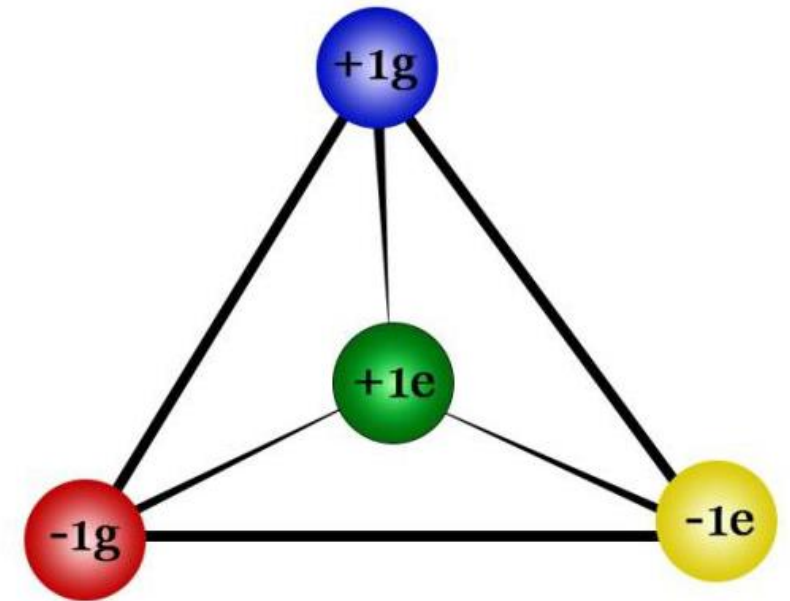
В Leonov V. S. **Quantum Energetics. Volume 1. Theory of Superunification**. 732 pages. 2010 год (Англия, Кембридж), 2011 год (Индия, Вива Букс):

Теория Суперобъединения исследует свойства пространства-времени в диапазоне  $10^{25} \dots 0 \dots 10^{-25}$  метра, от размеров квантона –  $10^{-25}$  м, до размеров Вселенной –  $10^{25}$  м, и является мощным аналитическим аппаратом исследования материи.



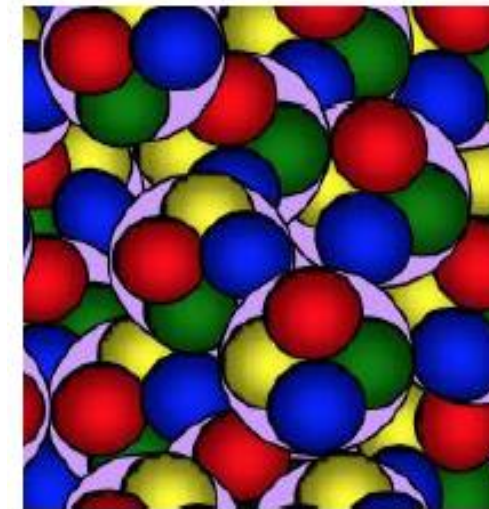
- В теории Суперобъединения рассматривается процесс квантования эйнштейновского пространства-времени и заполнения его квантонами.
- Квантон не является элементарной частицей – он включает четыре целых кварка: два электрических ( $+1e$  и  $-1e$ ) и два магнитных ( $+1g$  и  $-1g$ ).

- Эти кварки образуют тетраэдр с двумя ортогональными силовыми осями (диполями): электрической и магнитной. В целом два диполя образуют электромагнитный квадруполь квантона. Названные четыре кварка, входящих в состав квантона, объединяют электричество и магнетизм в виде единой субстанции электромагнетизма, носителем которой является четырёхмерное квантованное пространство-время (КПВ).



Тетраэдр квантона

Мировой вакуум плотно заполнен подвижными квантонами. Взаимодействие между квантонами происходит непрерывно, исходя из близости, знака заряда прилегающих кварков соседних квантонов и ориентации осей диполей.



«Бульон из квантонов»

- Расчетный диаметр квантона составляет порядка  $10^{-25}$  м (на десять порядков меньше классического радиуса электрона).

Внутри квантона аккумулируется энергия порядка  $10^{-2}$  Дж.

- Концентрация квантонов (квантовая плотность среды) в одном кубометре квантованного пространства-времени составляет  $10^{75}$  шт/м<sup>3</sup>.

Предельная частота колебаний квантона –  $4 \times 10^{33}$  Гц (у Гамма-излучения  $10^{23}$  Гц).

В равновесном состоянии фрагмента КПВ **суммарные векторы осевых сил диполей кварков равны нулю в любом направлении (нуль-векторы).**

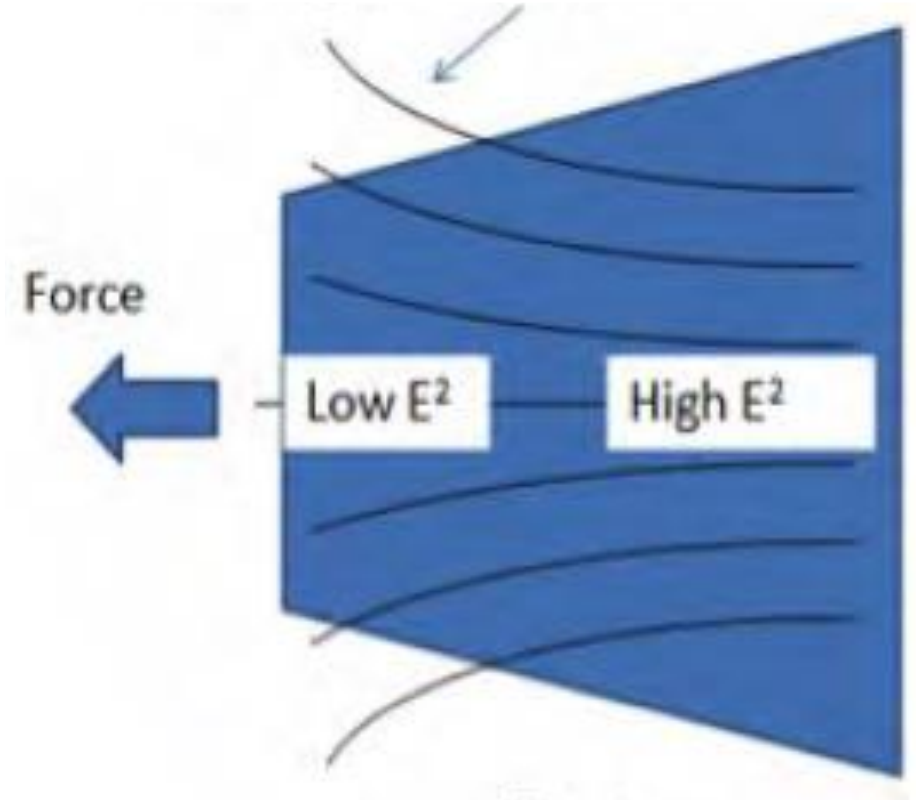
- Появление во фрагменте вещественного объекта (содержащего множество свободных кварков) возмущает электромагнитное поле, искривляя его относительно исходного равновесного состояния – суммарный силовой нуль-вектор при этом приобретает величину и направление.
- Управляя вбросом свободных кварков, можно влиять на изменение этого вектора.
- Космос можно рассматривать как упругую энергоемкую среду, в которой везде есть опора и достаточно энергии. Остается научиться взаимодействовать со средой и управлять этим взаимодействием.

### 3. Квантовый двигатель (КвД): концепции и прототипы

- Принцип работы КвД основан на взаимодействии поля вращающегося электромагнитного квадрупольного поля с квантованной средой. В результате взаимодействия возникает реактивная тяга (Траст), под действием которой осуществляется перемещение в пространстве.
- Прототипы КвД описаны Леоновым в отдельных работах. Патент РФ № 2185526 пособ создания тяги в вакууме, 2002 г. КвД Леонова имеет две опубликованные лабораторные реализации (2009, 2014).
- При массе аппарата 50 кг, Леонову удалось сначала выйти на тягу в 0,1 Н, а по мере продвижения разработки увеличить эту тягу до 500 Н (2009). Опытный образец КвД Леонова образца 2014 года на 1 кВт мощности создает уже тягу в 5000 Н в импульсе.

# Подобная разработка - Микроволновый квантовый двигатель Шойера EmDrive с конусным резонатором

Градиент плотности поля в конусном резонаторе приводит к возникновению траста  $F_T$  (Force)

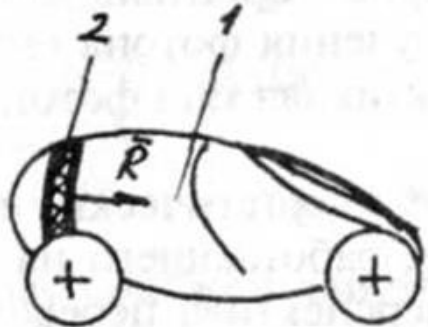


*Shawyer R.* A Theory of Microwave Propulsion for Spacecraft.  
Satellite Propulsion Research Ltd 2006.

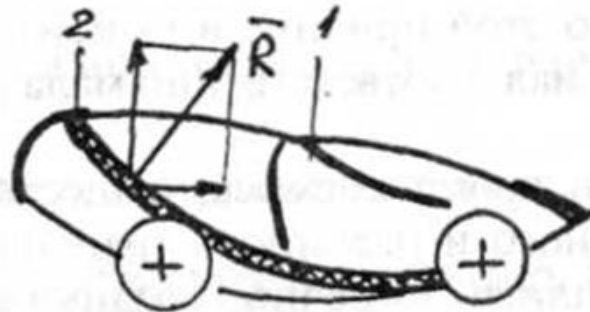
<https://www.newscientist.com/data/images/ns/av/shawyertheory.pdf>.

## 4. Концептуальные схемы и достоинства автомобилей с КвД, обозначенные Леоновым

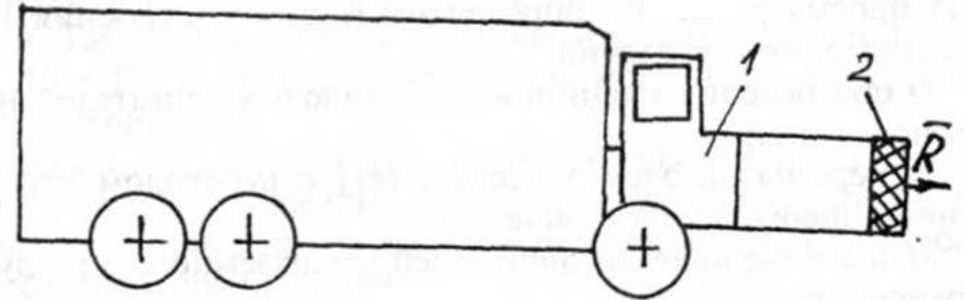
- На рис. а) и б) - схемы установки КвД на автомобили, составленные Леоновым ( 1997). Толкающий двигатель 2 устанавливается в задней части автомобиля .



а)



б)



с)

Особенностью автомобилей с КвД является отказ от трансмиссии. Это позволит обеспечить свободную подвеску колес. В состав конструкции автомобиля войдут: корпус, КвД, колеса с управлением.

## Основные преимущества КвД над любыми типами традиционных двигателей, отмеченные Леоновым

- не требуется химическое топливо для работы КвД;
- неограниченная дальность передвижения ТС без заправки;
- снижение материальных затрат на инфраструктуру, обеспечивающую движение ТС (АЗС, линии электропередач для транспорта и т.п.);
- высокая экологичность и безопасность;

## 5. Прогноз особенностей и отличий автомобиля с КвД (квантомобиля) от существующих автомобилей

Силовая схема и нагрузка на компоненты автомобиля изменяется – подвеска может быть слабее, а корпус – более прочным. Если раньше тяговая сила реализовывалась в виде суммарного толкающего усилия на продвижение как подрессоренной, так и неподрессоренной масс, то у Квантомобиля примерно та же тяговая сила реализуется как толкающее/тянущее усилие на продвижение подрессоренной массы с заднерасположенным/переднерасположенным КвД, но всегда – тянущим усилием, прикладываемым к подрессоренной массе.

Если для современного легкового автомобиля кузов проектируются специально таким образом, чтобы передняя и задняя части несущей конструкции легко деформировались при столкновении, то для Квантомобиля конструкция рамы, кузова должна быть жесткой и прочной (во всяком случае, в компонентах, передающих тяговую силу).

Точка приложения тяговой силы – выше осей колес, а тем более точек контакта с дорогой, что меняет механику движения.

- Отсутствие карданных валов, картеров главных передач и дифференциалов дает возможность установки обтекаемого днища – улучшает проходимость и снижает завихрения и сопротивление воздуха.
- Возможность реализации значительных курсовых ускорений (более 1g), как отрицательных, так и положительных (при этом максимум их будет ограничиваться биомеханическими пределами пассажиров и водителей).
- Наличие управляемой вертикальной (антигравитационной) составляющей тяговой силы КвД-установки даст возможность «подвешивать» автомобиль, улучшая проходимость на бездорожье.
- Для автомобилей-вездеходов возможно применение двух КвД-единиц: одна горизонтальной тяги, другая – вертикальной
- Возможна и одна КвД-установка с поперечной осью её вращения (или даже с шарнирным креплением установки к корпусу экипажа) – для регулирования величины и направления вектора тяговой силы. Это будет способствовать улучшению управляемости и проходимости.

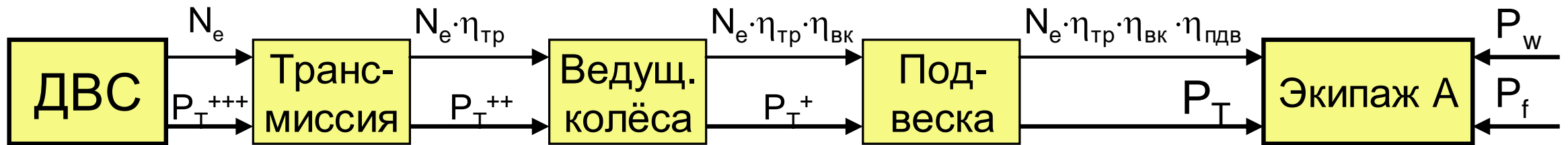
- Лучшая проходимость, в сравнении с традиционным автомобилем.
- Отсутствие пробуксовки колес на любой дороге и при любых продольных силах.
- На влажной дороге или в иных условиях недостаточного сцепления – вертикальный вектор может поддавливать колёса.
- КвД-автомобиль может брать весьма крутые подъемы (даже не используя скоростной динамики).
- Опасность опрокидывания снижается при задействовании поперечного силового вектора автоматической системой регулирования и/или связью с шарниром управления КвД-установки. КвД-автомобиль сможет передвигаться по крутым косогорам.

- Конструктивно легче реализуется поворот управляемых колес вокруг вертикальной оси одновременно на всех мостах – это хорошо для маневрирования.
- Система экстренного торможения будет эффективнее – колеса, для сохранения курсовой устойчивости при торможении в повороте, могут поддавливаться вертикальным силовым вектором, причем с оптимизацией развесовки составляющих вектора по осям и колесам.
- Сложные системы помощи при спуске существующих автомобилей (с задействованием основной тормозной системы, моторного тормоза, ABS) становятся ненужными. На Квантомобиле в движении нужно будет развернуть назад тяговый вектор и регулировать его величину (не опасаясь скольжения колес). Система помощи при спуске – если и понадобится, то будет проще.
- Отсутствие вибрации от элементов силового привода.

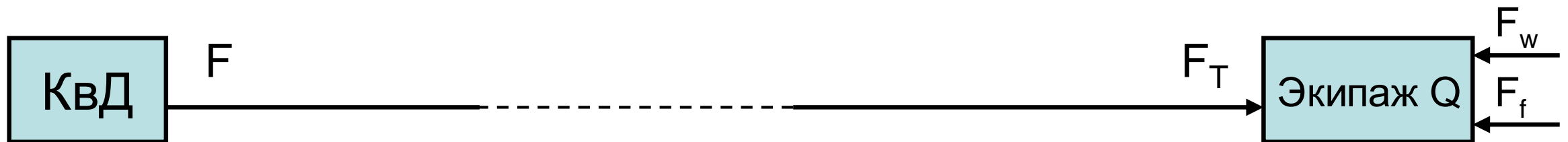
- Влияние разброса атмосферных условий на работу КвД , по-видимому, будет отсутствовать.
- Экология – химические выбросы меньше. Уровень и биовлияние высокочастотных колебаний КвД – пока неясны.
- Отсутствие необходимости регулярных дозаправок Квантомобиля топливом.
- Претерпит изменение вся система технического обслуживания транспортных средств.
- Изменяются и дороги, и нормативы движения Квантомобилей по ним.

# 6. Сравнительный анализ энергозатрат современного автомобиля и перспективного квантомобиля (наземное движение – продольный траст)

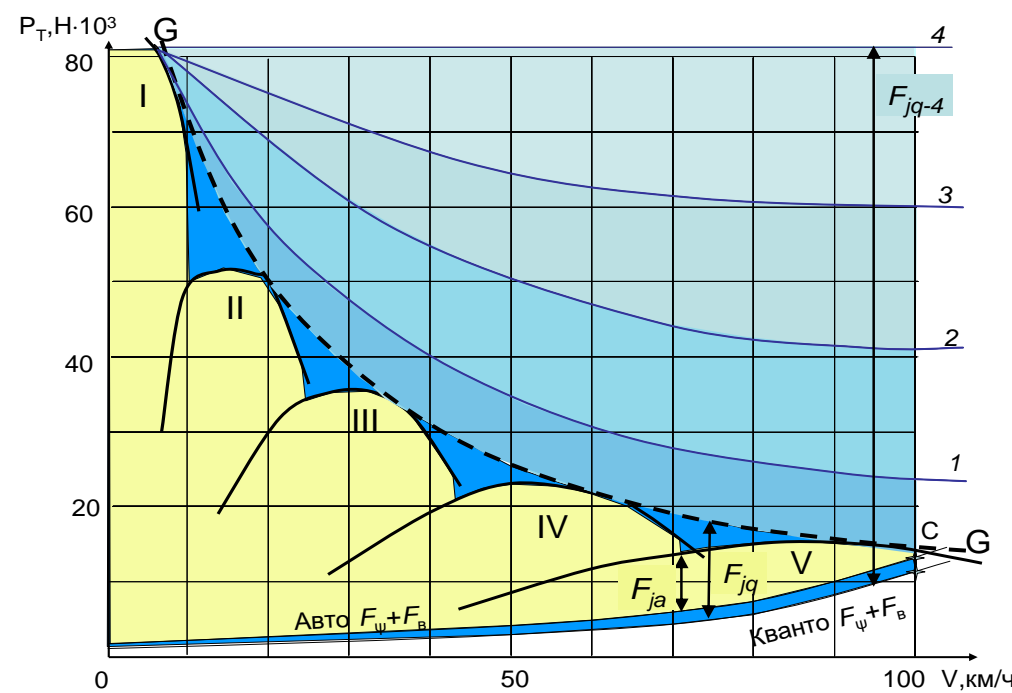
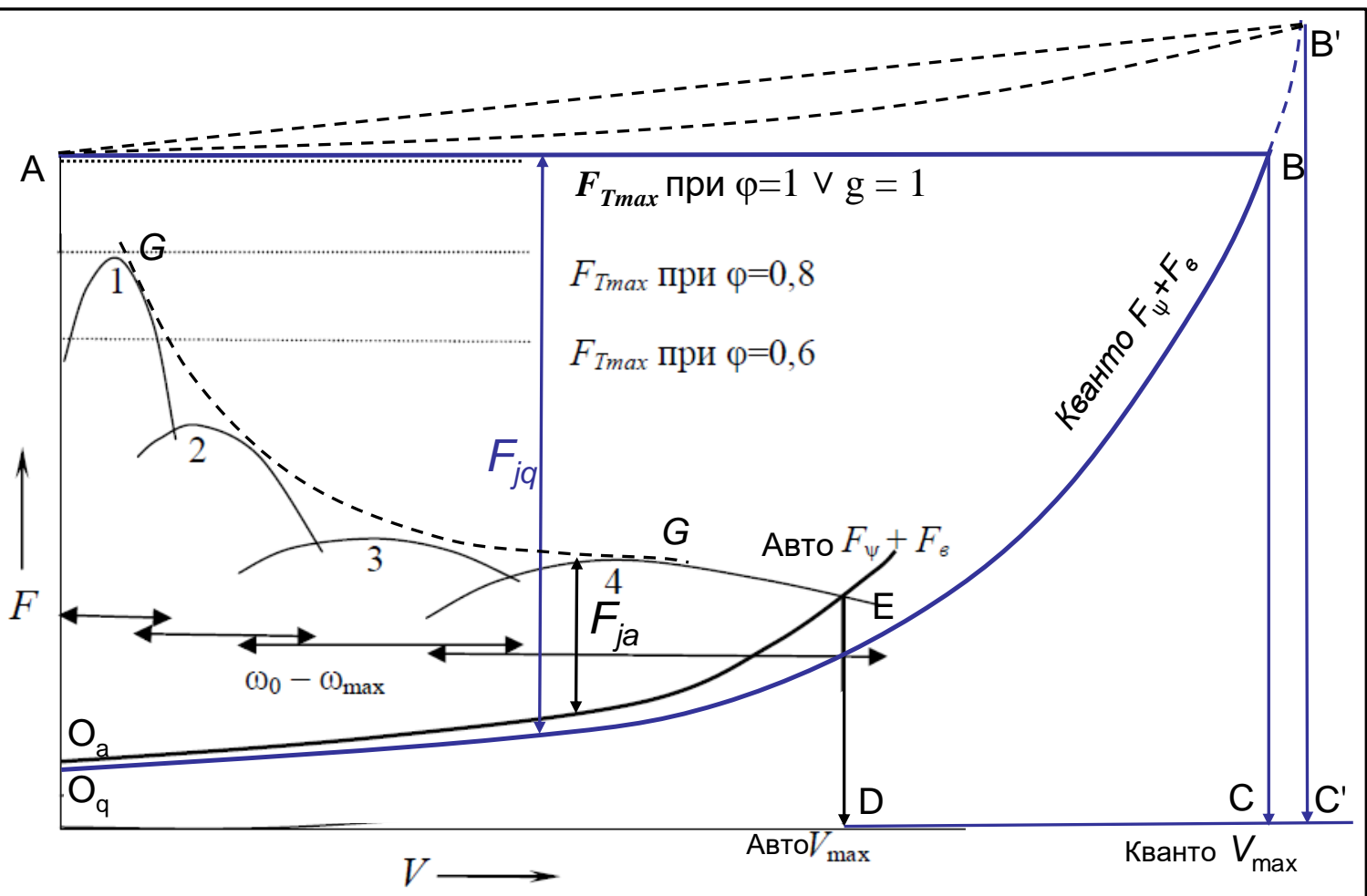
- Схемы генерации тяговых сил для автомобиля (Экипаж А) и квантомобиля (Экипаж Q).



$$P_T^{+++} = P_T / (\eta_{пдв} \cdot \eta_{вк} \cdot \eta_{тр}) \quad P_T^{++} = P_T / (\eta_{пдв} \cdot \eta_{вк}) \quad P_T^+ = P_T / (\eta_{пдв})$$



# Тяговый баланс автомобиля и квантомобиля



Участник «Дакара» Автомобиль КамАЗ-4326 с ДВС ЯМЗ-7Э846.10-07



# Расчетные варианты

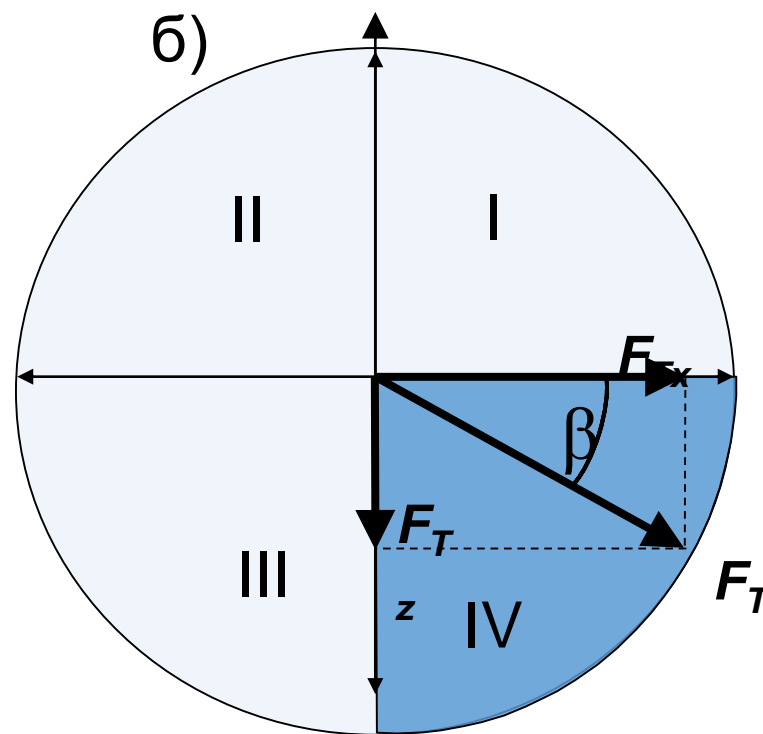
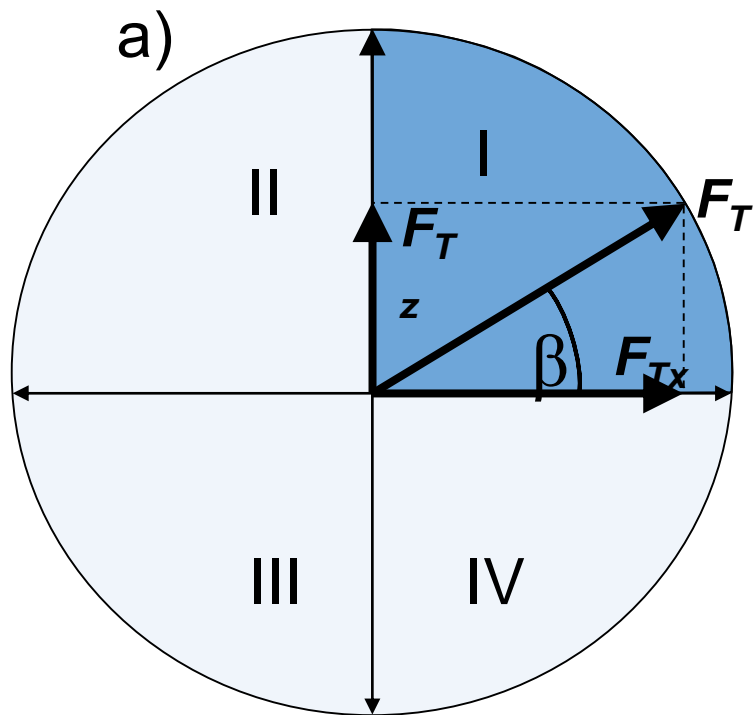
- 1) Автомобиль КамАЗ-4326 с ДВС ЯМЗ-7Э846.10-07 - на дороге с предельно низким дорожным сопротивлением  $f = 0,01$ ;
- 2) Автомобиль КамАЗ-4326 с ДВС ЯМЗ-7Э846.10-07 - на дороге с достаточно высоким дорожным сопротивлением  $f = 0,1$ ;
- 3) Квантомобиль-лаборатория на базе КамАЗ-4326 с КвД (вместо ДВС с условно той же массой), без штатной трансмиссии, с облегченной подвеской с бескартерными мостами-балками и исключительно ведомыми опорными колесами, без топливных баков, глушителей (экипаж не догружаем грузом до первоначального загрузочного номинала) - на дороге с дорожным сопротивлением  $f = 0,01$ ;
- 4) Квантомобиль-лаборатория на базе КамАЗ-4326 с КвД (вместо ДВС) в комплектации по п.3 - на дороге с дорожным сопротивлением  $f = 0,1$ ;
- 5) Автолёт-лаборатория на базе КамАЗ-4326 с КвД (вместо ДВС) с выводом из комплектации по п.3 опорных колёс, с обтекающим днищем. В расчёт берется только горизонтальная курсовая тяговая сила  $F_{Tx}$  (см. (9) и (10)).
- В каждом из пяти названных вариантов расчета добиваемся равенства скоростного режима сравниваемых экипажей. При этом условия определяем разницу необходимых тяговых сил  $P_T$  и  $F_{Tx}$ , а также разницу значений необходимой эффективной мощности ДВС  $Ne_{ДВС}$  и КвД  $Ne_{КвД}$ .

# Результаты расчетного исследования

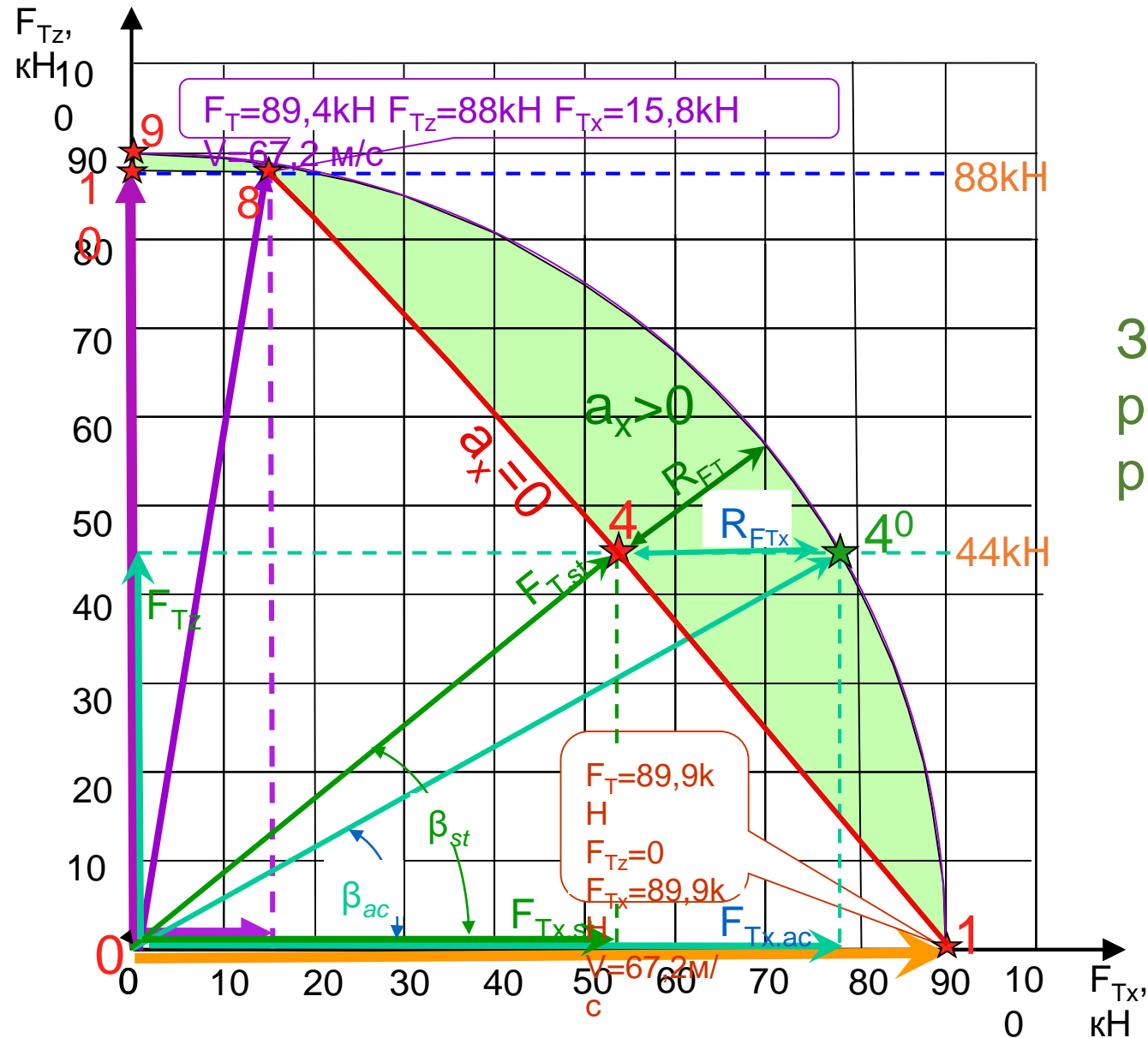
Показатель	Варианты расчёта				
	1. Автомобиль, ДВС, $f=0,01$ , $P_T$	2. Автомобиль, ДВС, $f=0,1$ , $P_T$	3. Квантомобиль, КВД, $f=0,01$ , $F_T$	4. Квантомобиль, КВД, $f=0,1$ , $F_T$	5. Автолёт, КВД, ! Только $F_{Tx}$
$G_{эк}$ , Н	100000	100000	88000	88000	78000
$F_{лоб}$ , $M^2$	7,0	7,0	6,5	6,5	5,5
$k_w$ , $H \cdot c^2 / M^4$	0,6	0,6	0,55	0,55	0,45
$\eta_{тр}$	0,85	0,92	-	-	-
$\eta_{вк}$	0,9	0,7	-	-	-
$\eta_{пдв}$	0,97	0,9	-	-	-
$\eta_{эст}$	0,74	0,58	-	-	-
$P_f$ , Н	1000	10000	880	8800	0
$P_B$ , Н	3240	3240	2760	2760	1910
$P_T (F_T, F_{Tx})$ , Н	4240	13240	3640	11560	1910
$N_T (N_{Tx})$ , кВт/л.с.	118/160	368/500	101/137	321/437	53/72
$P_e^{+++} (F_T, F_{Tx})$ , Н	5730	22830	3640	11560	1910
$N_e (N_{Tx})$ , кВт/л.с.	159/216,5	634/862	101/137	321/437	53/72

## 7. Исследование возможностей лифта и антилифта

Круговая диаграмма возможного направления вектора траста  $F_T$  (с горизонтальной  $F_{Tx}$  и вертикальной  $F_{Tz}$  компонентами): *a* — вариант вывешивания экипажа; *б* — вариант подавливания экипажа

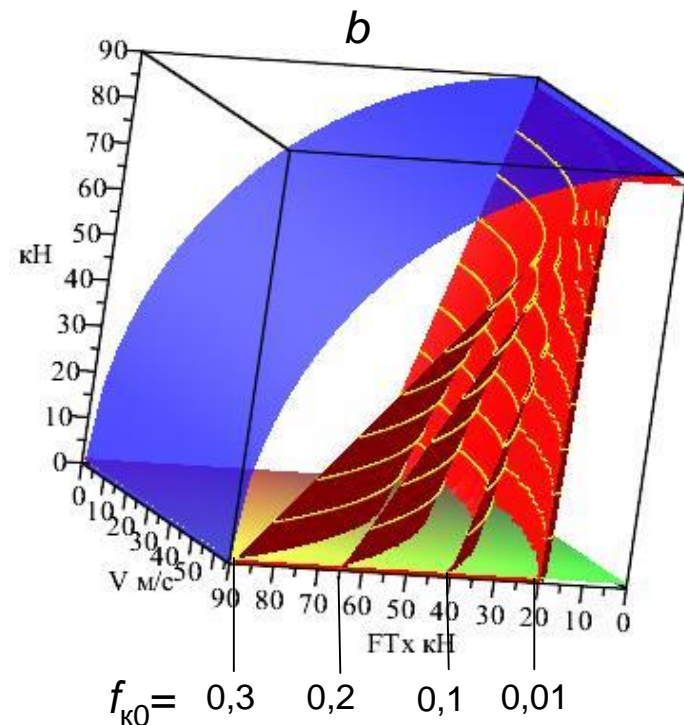
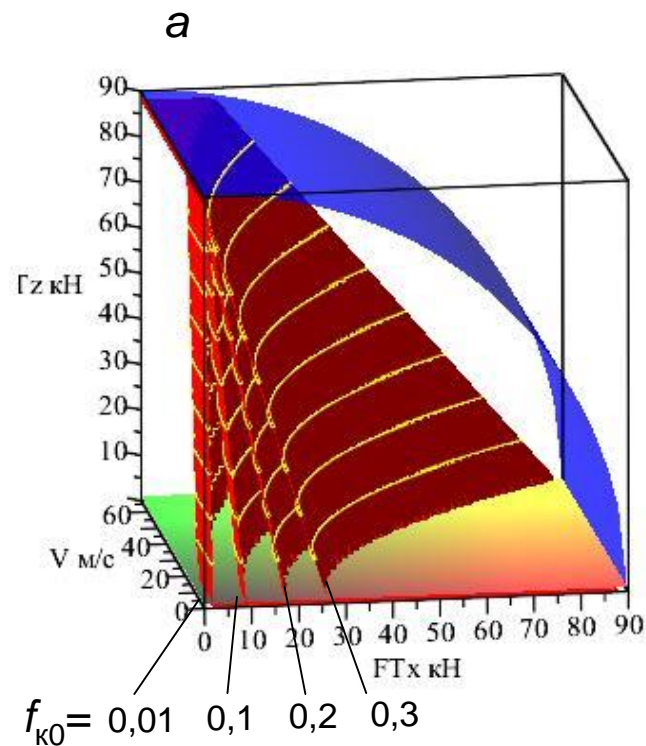
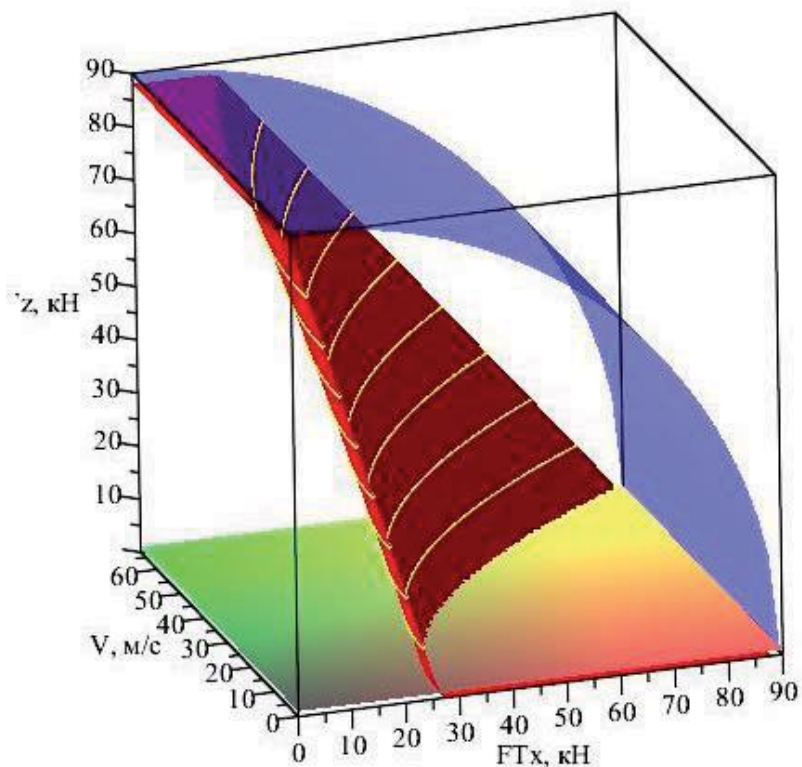


# Формирование силового баланса для установившегося движения квантомобиля (при изменении угла наклона вектора траста)



Зеленое поле – ресурс силы для разгона

# Трастовые характеристики наземного движения квантомобиля с реализацией лифта

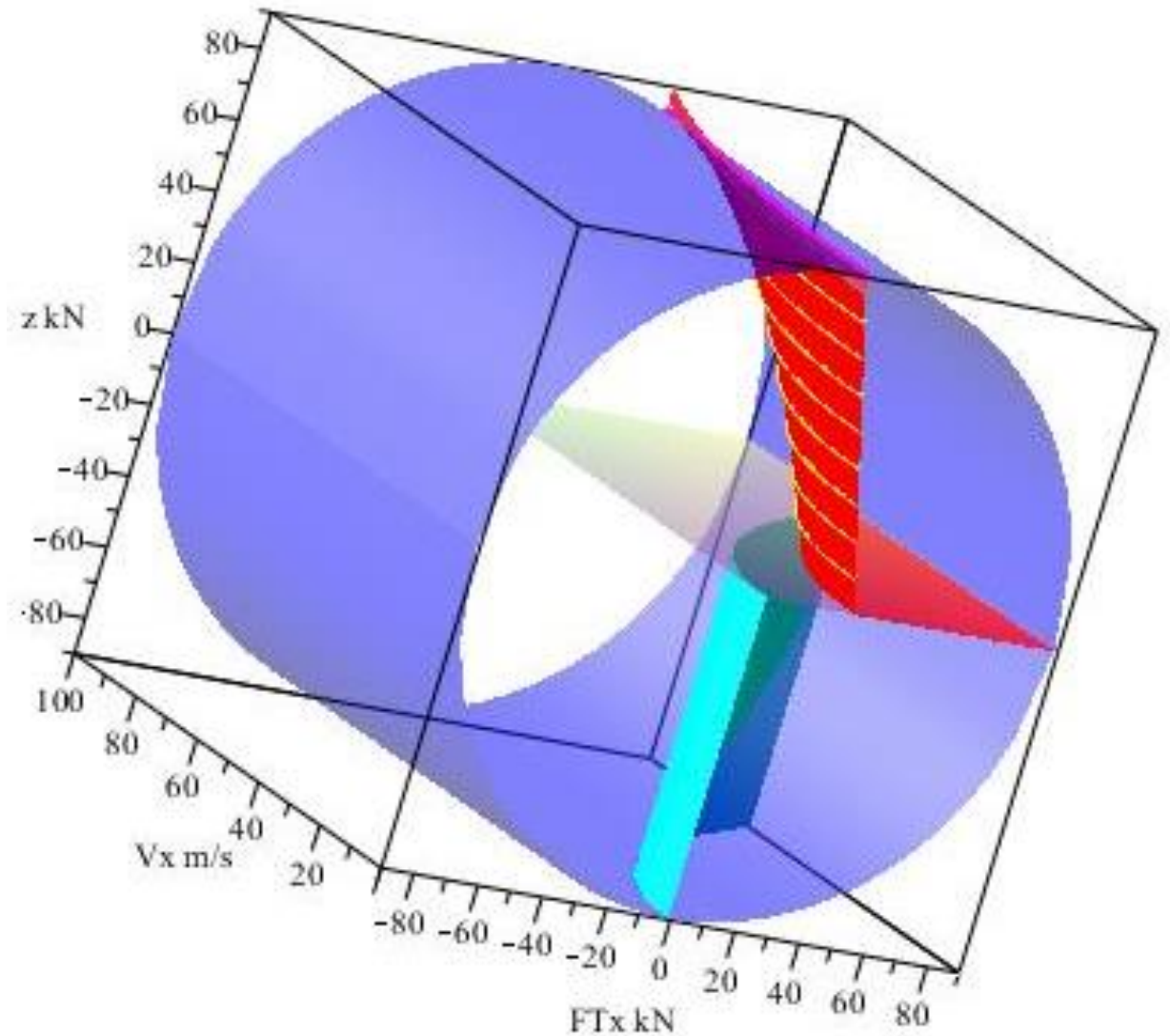


Поверхности максимального траста КвД (синяя цилиндрическая) и траста, требуемого для установившегося движения (красная поверхность)

Ряд поверхностей значений траста, необходимого для установившегося движения квантомобиля по опорной поверхности с различными значениями основного коэффициента дороги качению колес  $f_{к0}$

## 8. Разработка идеи всесреднего транспортного средства (Всесреднего мультимодального квантомобиля - ВМК)

Путь построения трастовой  
характеристики  
всесреднего квантомобиля  
с подключением антилифта



# Зарубежные разработки

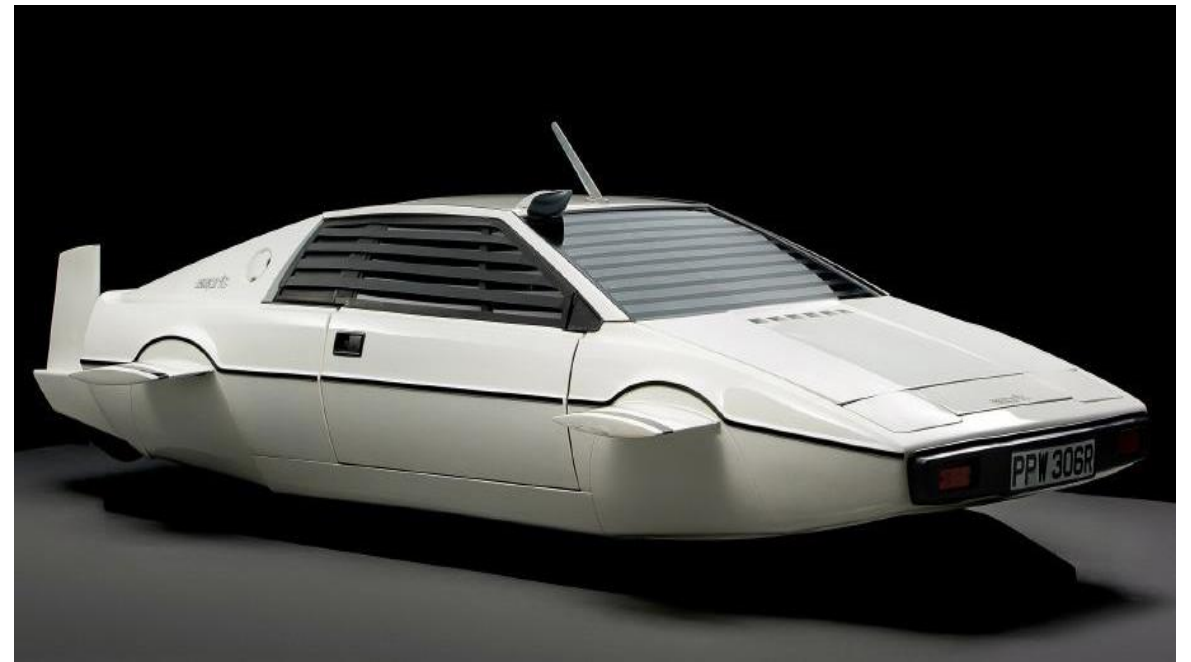
- Один из концепт-проектов летающего автомобиля

[25. Борисова Е. За последние 4 года уже 8 компаний провели тестовые полеты летающих автомобилей. <https://www.rzd-partner.ru/logistics/news/za-poslednie-4-goda-uzhe-8-kompaniy-proveli-testovye-polety-letayushchikh-avtomobiley> ]



- Автомобиль-подлодка Rinspeed Squba

[2. Автомобиль-подлодка: Submarine Car. <https://www.popmech.ru/vehicles/265152-avtomobil-podlodka-submarine-car/>. ]

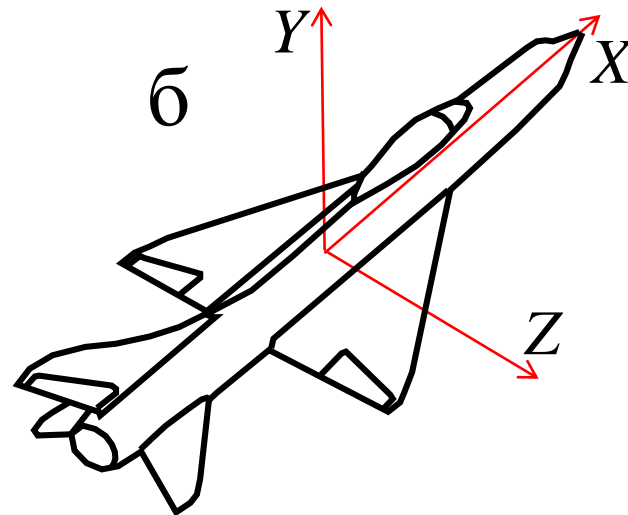
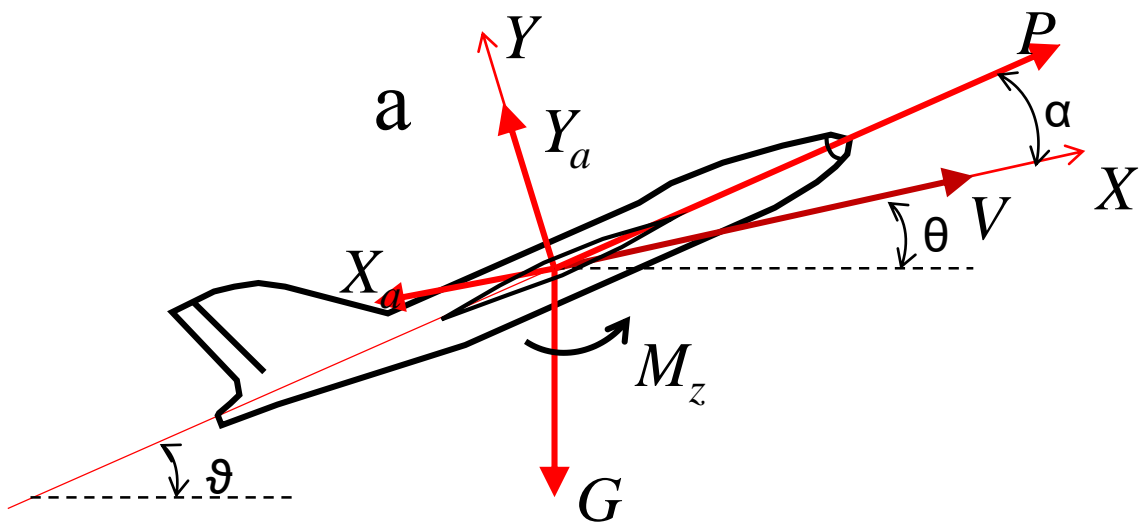


# Режимы движения ВМК

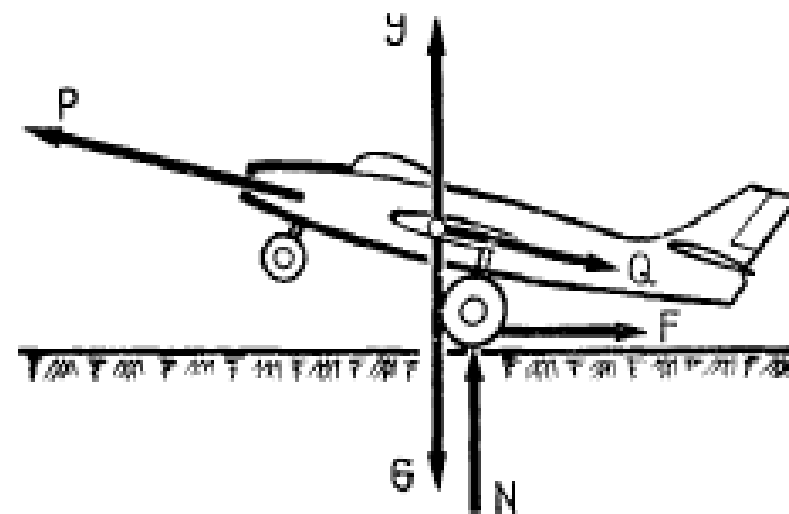
№	Движение ВМК	Среда	Вертикальная компонента траста $F_{Tz}$	Характерные особенности движения ВМК
1	Продольно-вертикальное	Воздух	$F_{Tz} > G_q$	Возможен вертикальный отлёт
2	Продольное граничное, полностью вывешенное	Воздух	$F_{Tz} = G_q$	Горизонтальное движение в воздухе с отрывом от земли
3	Продольное, частично вывешенное	Воздух-земля	$0 < F_{Tz} < G_q$	Возможна оптимизация вектора траста
4	Продольное, не вывешенное	Воздух-земля	$F_{Tz} = 0$	Режим классического наземного автомобиля
5	Продольное по мелководью – до днища	Воздух-земля-вода	$F_{Tz} = 0$	Существенное увеличение сопротивления движению ВМК
6	Продольное по мелководью – до ватерлинии	Воздух-земля-вода	$F_{Tz} = 0$	Перенос сопротивления движению с земли на воду
7	Наплаву – по ватерлинии	Воздух-вода	$F_{Tz} = 0$	Режим лодки, катера, судна
8	Погружение от ватерлинии до крыши	Воздух-вода	$F_{Tz} < 0$	Переход в режим квантомарины - притапливание трастом
9	Погружение до $0,5 L_{\text{корп}}$ **	Вода	$F_{Tz} < 0$	Режим квантомарины с большим волнообразованием
10	Погружение глубже $0,5 L_{\text{корп}}$	Вода	$F_{Tz} < 0$	Режим квантомарины без существенного волнообразования

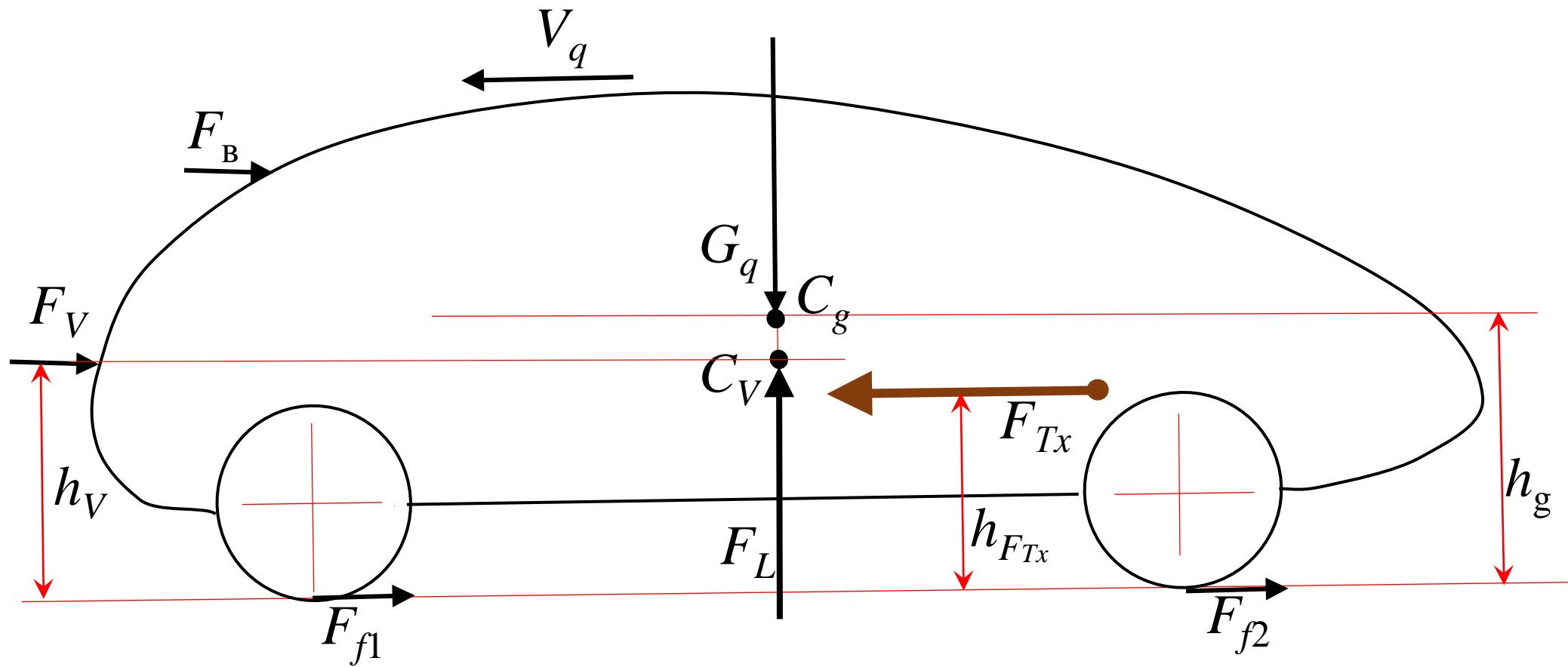
\*  $G_q$  – сила веса квантомобиля;    \*\*  $L_{\text{корп}}$  – длина корпуса квантомарины

**Схема приложения сил в продольной плоскости движения ЛА (а) и правая связанная СК (б) (аналоги режимов 1 и 2)**



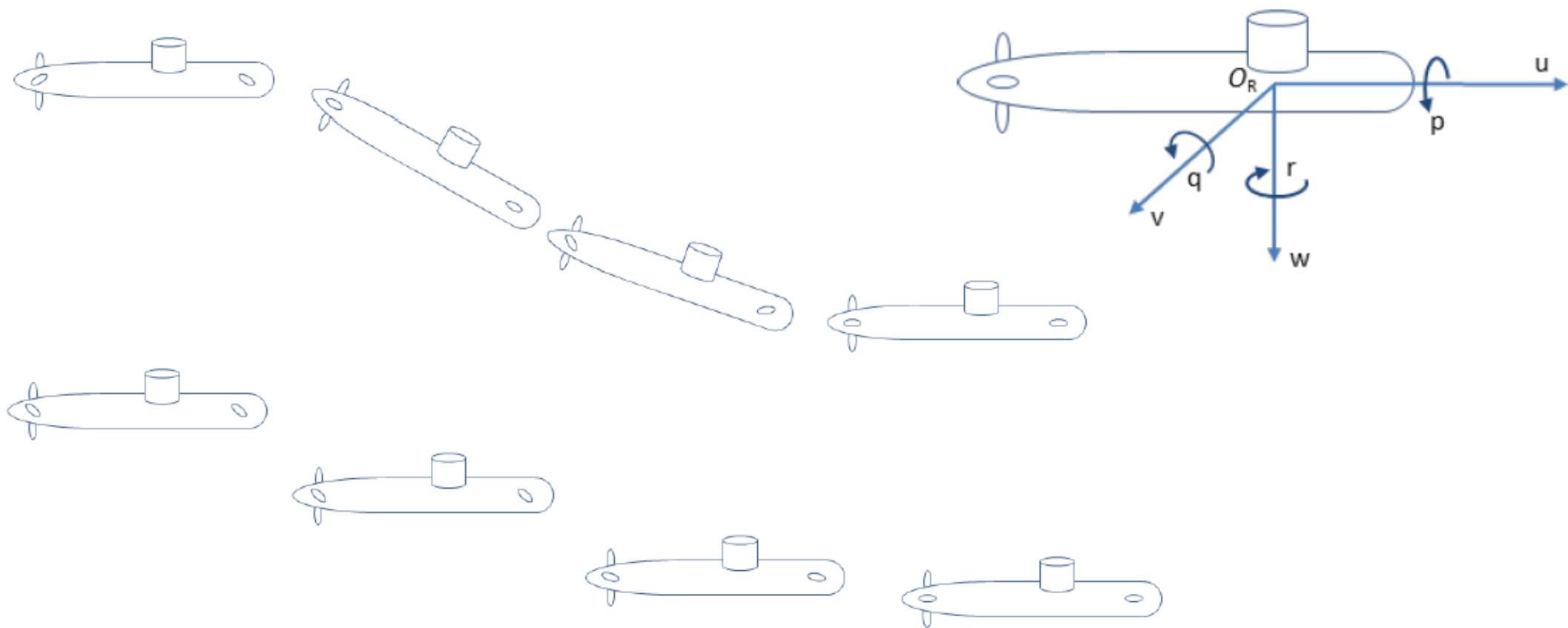
**Схема сил, действующих на самолет на разбеге (аналог режима 3)**





**Схема сил Режим 6: Продольное движение ВМК по мелководью – до ватерлинии**

# Режимы 8 –10 (режимы квантомарины)

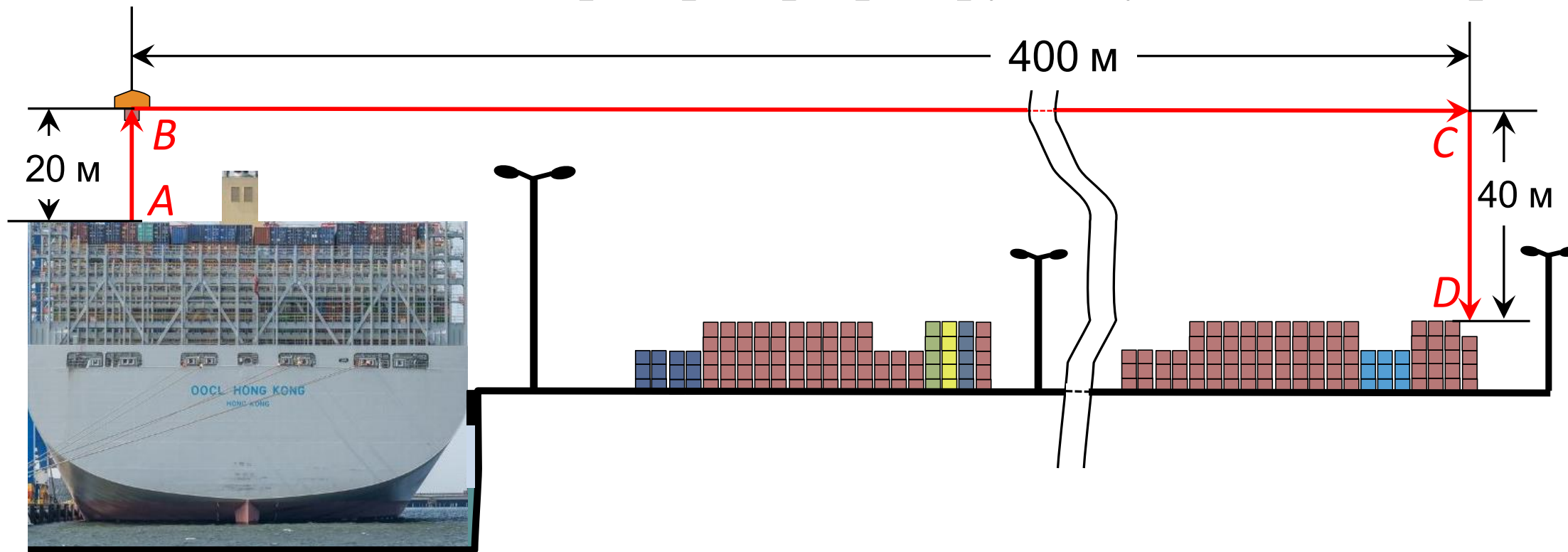


# Наследование особенностей существующих ТС и их моделей в концепте ВМК

№	Движение ВМК	Среда	Наследование свойства
1	Продольно-вертикальное	Воздух	От самолета: аэродинамичная форма ВМК, выдвижные крылья и воздушные рули, убирающиеся шасси; горизонтальная тяга движителя заменяется горизонтальной составляющей траста ВМК. Подъемная сила наращивается вертикальной составляющей траста КвД. От вертолёта: формирование наклонной 3D-тяги (несущего винта), реализуемой у ВМК 3D-трастом.
2	Продольное граничное, полностью вывешенное	Воздух	От МВП: схемы создания продольной, боковой тяги и поворотливости, заменяющие силы, обеспечиваемые у МВП вентиляторами, воздушными и туннельными винтами, турбореактивными движителями; использование схемы скользящего крыла; обеспечение амфибийности (движения как над водой, так и над землей)
3	Продольное, частично вывешенное	Воздух-земля	От экраноплана: выдвижные крылья, система управления пограничным воздушным слоем; дисковидный (эллипсовидный) фюзеляж с функциями летающего крыла; закрылки, предкрылки для отрыва от воды (в случае вылета ВМК из воды). От самолета: схемы и технологии STOL и VTOL.
4	Продольное, не вывешенное (режим наземного автомобиля)	Воздух-земля	От автомобиля: схема прямой (безтрансмиссионной) реализации тяговой силы; аэродинамика корпуса реактивного автомобиля.
5	Продольное по мелководу – до днища	Воздух-земля-вода	Теория и практика автомобилей с высокой проходимостью
6	Продольное по мелководу – от днища до ватерлинии	Воздух-земля-вода	Теория и практика автомобилей-амфибий
7	На плаву – по ватерлинии	Воздух-вода	Теория и практика автомобилей-амфибий. Элементы теории надводного судна. Гидродинамическая форма смачиваемой части корпуса, минимум выступающих частей, оптимальные скоростные углы атаки, минимизация волнообразования, обеспечение остойчивости.
8	Погружение от ватерлинии до крыши ВМК	Воздух-вода	Теория подводной лодки. Займствование расчетных методик погружения ПЛ (с заменой веса балластной воды притапливающим трастом). Гидродинамическая форма корпуса, минимум выступающих частей, оптимальные скоростные углы атаки, минимизация волнообразования, обеспечение остойчивости.
9	Погружение от крыши до $0,5 L_{\text{корп}}$ ВМК	Вода	Все особенности, обеспечивающие режим №8, с усилением конструкционных требований к минимизации волнообразования (сигарообразная форма и др.)
10	Погружение глубже $0,5 L_{\text{корп}}$	Вода	Все особенности, обеспечивающие режим №8, со смягчением требований по волнообразованию.

## 9. Использование квантовой тяги в ПТМ

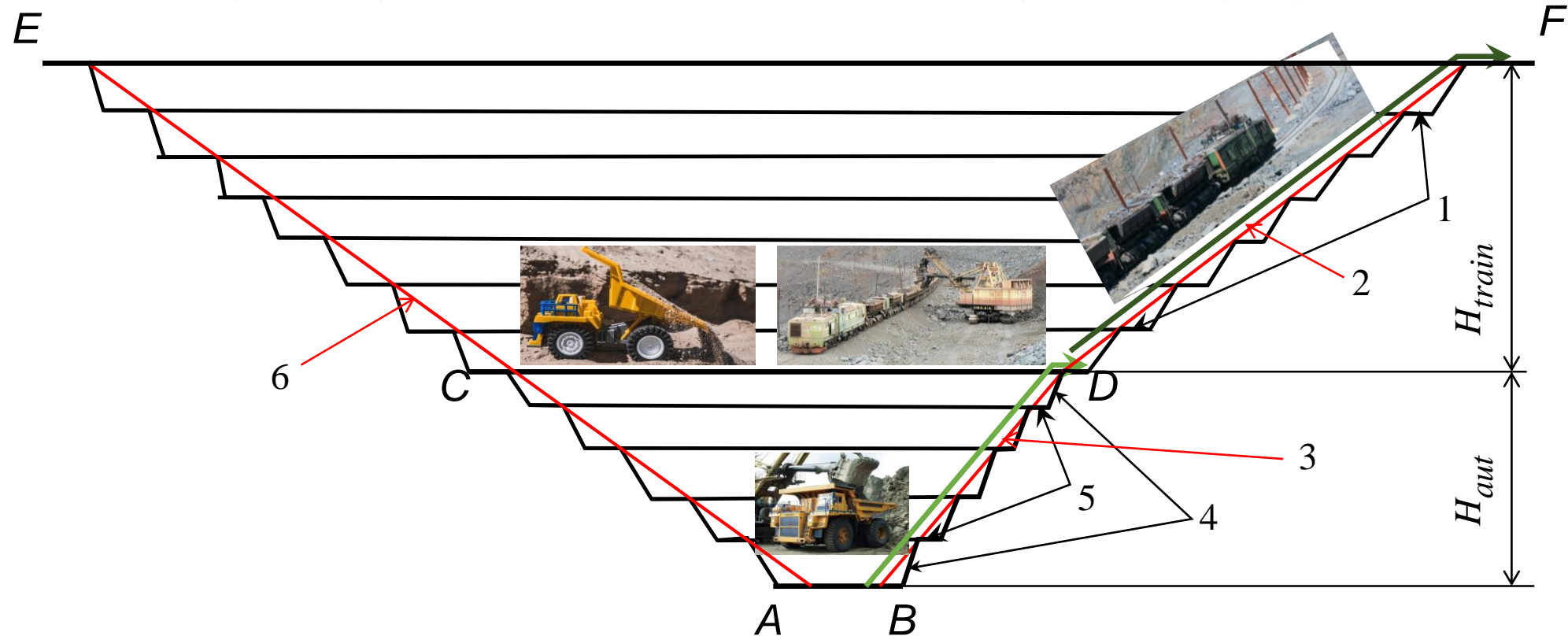
Схема движения квантосредера при разгрузке судна-контейнеровоза



- Время доставки контейнера с борта на площадку составляет менее 2 мин

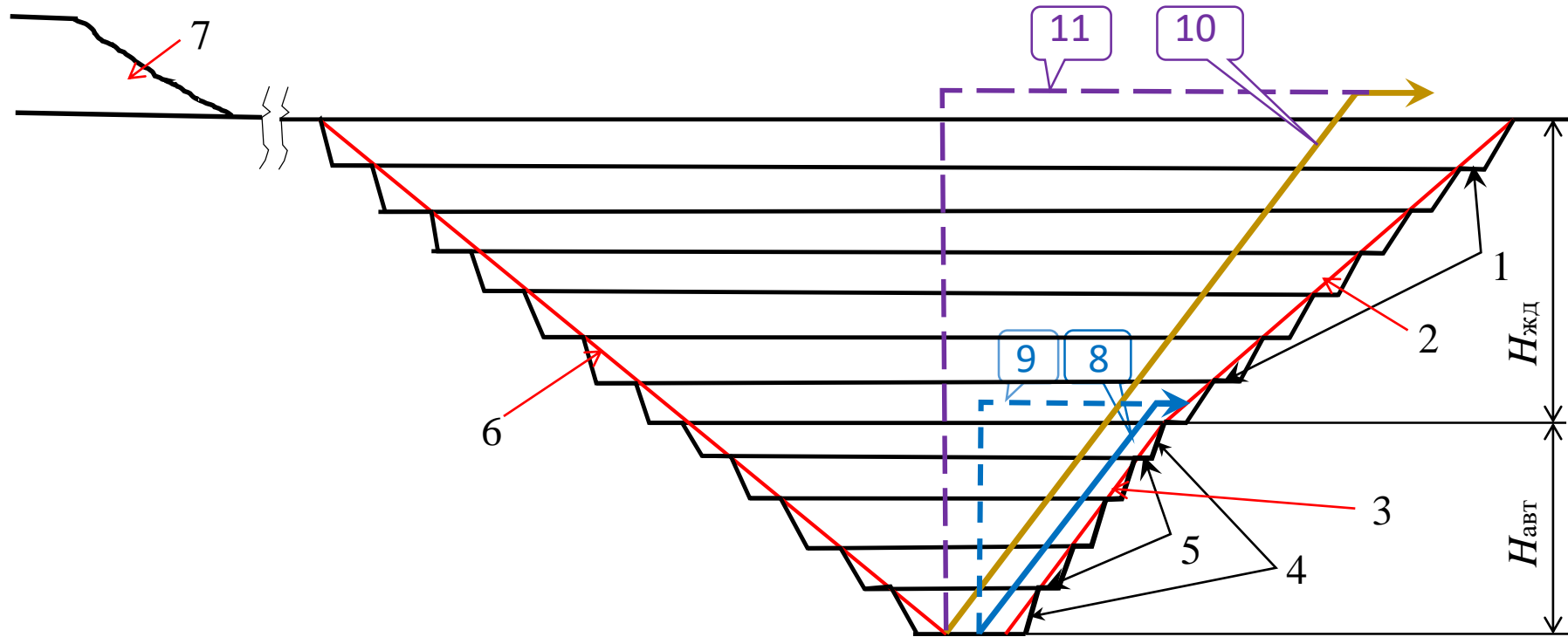
# Перспектива квантовой карьерной подъемно-транспортной машины (ККПТМ)

## Существующая технология доставки породы в карьере



Элементы карьера и существующей организации работ в нем: 1 – бермы верхних горизонтов; 2 – откос верхнего рабочего борта карьера; 3 – откос нижнего рабочего борта карьера; 4 – откосы уступа; 5 – бермы нижних горизонтов; 6 – откос нерабочего борта карьера;  $H_{aut}$  – высота нижнего откоса (обслуживаемого автомобилями);  $H_{train}$  – высота верхнего откоса (обслуживаемого жд транспортом);  $AB$ ,  $CD$ ,  $EF$  – нижний (донный), промежуточный (перегрузочный) и верхний (выходной) горизонты соответственно

# Перспективная технология доставки породы в карьере посредством ККПТМ



1 – бермы верхних горизонтов; 2 – откос верхнего рабочего борта карьера; 3 – откос нижнего рабочего борта карьера; 4 – откосы уступа; 5 – бермы нижних горизонтов; 6 – откос нерабочего борта карьера; 7 – наклонная траектория движения ККПТМ до перегрузки на ЖД; 8 – прямоугольная траектория движения ККПТМ до перегрузки на ЖД; 9 – наклонная траектория движения ККПТМ до наивысшего горизонта; 10 – прямоугольная траектория движения ККПТМ до наивысшего горизонта;  $H_{aut}$  – высота нижнего откоса;  $H_{train}$  – высота верхнего откоса

## Результаты сравнительного анализа двух способов перемещения горной породы

Зона перемещения породы	Время доставки породы, мин		Кратность эффекта замены ТС, раз	Энергозатраты, МД		Кратность эффекта замены ТС, раз
	Традиционный транспорт	ККПТМ		Традиционный транспорт	ККПТМ	
Нижние откосы	8	0,56	14	1110	324	3,43
Совокупность всех откосов	19	1,3	14	2634	1645	1,6



# Заключение

- В условиях Арктики, с ее суровым климатом, сложными наземными и гидрологическими профилями, вечной и сезонной мерзлотой, ранимостью растительного покрова и животного мира, использование ТС и ПТМ с КвД, в случае освоения таких двигателей, станет необходимой и неотъемлемой частью технологий транспортной логистики.
- Машины с квантовой тягой смогут обеспечить непрерывность перемещения грузов и людей в нескольких чередующихся средах движения (вода, земля, воздух). Квантовые ПТМ смогут заменить парк существующих ПТМ, обеспечивая при этом, кроме погрузки-разгрузки, еще и дальнюю переброску груза в одном непрерывном технологическом процессе.
- Все это актуально для ограниченных условий Арктики. Это приведет к новому технологическому укладу. Необходима подготовка к освоению этого уклада: осуществление теоретических и концептуальных разработок, НИОКР, кадровая подготовка.



Спасибо за внимание!