



Московский государственный
технический университет
имени Н.Э. Баумана
Научно-производственный центр
«Специальное машиностроение»



Международная платформа
«Инновационное развитие техносферы:
образование, исследования,
технологии»

Ресурсы развития транспортно- технологических машин для использования при разработке месторождений в арктических и удаленных районах России

Президент Международной платформы ИРТ,
главный конструктор НПЦ «Специальное машиностроение» МГТУ им. Н.Э. Баумана
Сергей Дмитриевич Попов

Москва - 2018 г.

Размещение крупных и уникальных месторождений в Российской Арктике

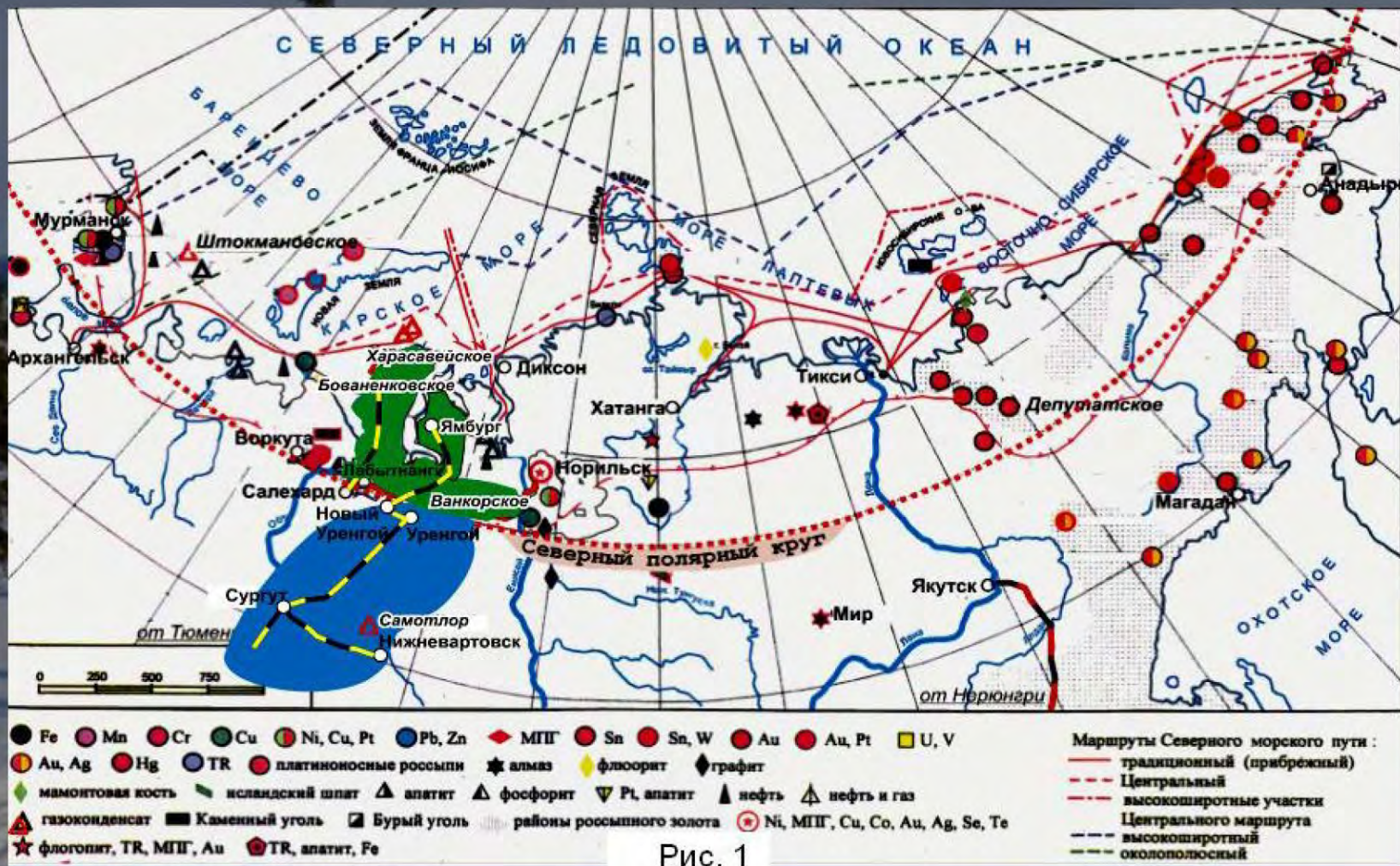


Рис. 1

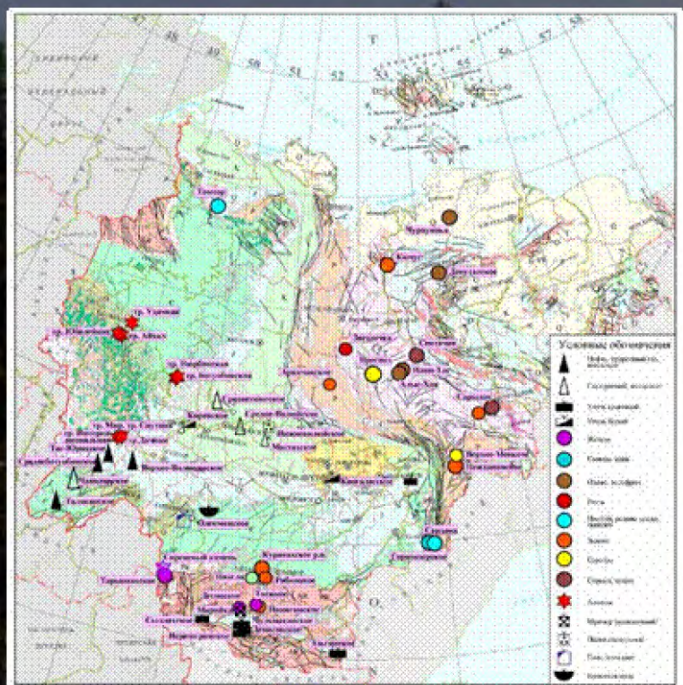
Синий цвет: территория, на которой последние 40 лет в основном осуществляется добыча нефти и газа.
 Зеленый цвет: полигон добычи нефти и газа на предстоящие 20...20 лет.

<http://900igr.net/prezentacija/biologija/razmeschenie-krupnykh-i-unikalnykh-mestorozhdenij-v-rossijskoj-arktike-148832/razmeschenie-krupnykh-i-unikalnykh-mestorozhdenij-v-rossijskoj-arktike-1.html>

Комплексная обобщенная схема проблемного зонирования территории России



Характерные транспортные задачи



Существующая

- автодороги с твердым покрытием
- автозимники
- железные дороги
- газопроводы
- нефте-продуктопроводы

Проектируемая 1 очередь

- автодороги с твердым покрытием
- железные дороги

Проектируемая 2 очередь

- автодороги с твердым покрытием

- морские порты
- речные порты
- аэропорты
- начало судоходного участка



Транспортно-технологические комплексы,

Трансрегиональные и региональные комплексы

Зональный транспорт
(применяется в зоне разработок при наличии технологических дорог)

Локальный транспорт
(применяется непосредственно в технологической зоне разработки)

Общие проблемы трансрегионального транспорта

Важнейшие дефекты существующей транспортной системы состоят в том, что:

- широтные стратегические коммуникации почти не связаны между собой, так как крайне слабо развиты меридиональные связи между соседними субъектами РФ и регионами;
- зона, прилегающая к трассе СМП, практически не имеет оборудованной береговой черты, что резко осложняет проблемы снабжения с моря прилегающих глубинных территорий;
- отсутствуют устойчивые сухопутные широтные транспортные коммуникации.

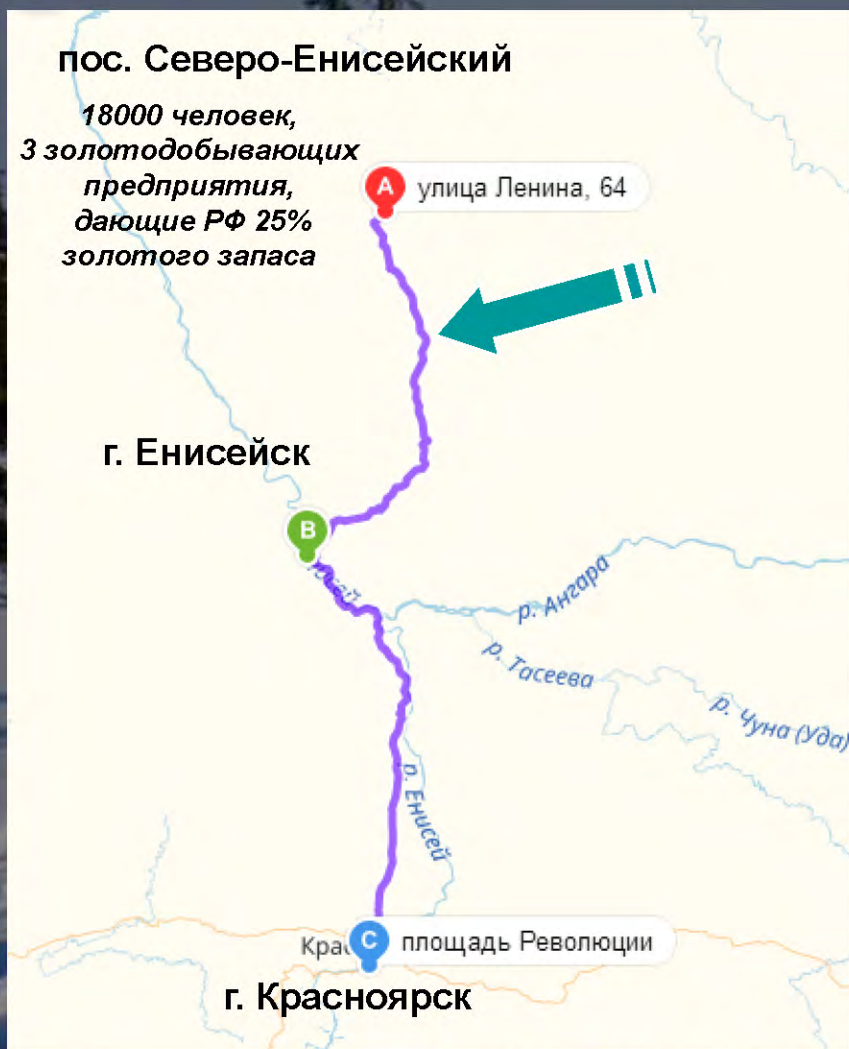
Выявляются не решенные и острые транспортные проблемы:

- формирование устойчивых широтных и меридиональных коммуникаций, обеспечивающих всесезонное продвижение грузов от береговой черты в глубину прибрежной зоны и далее, а также инженерно-техническое обеспечение этих коммуникаций;
- формирование системы рейдовой разгрузки судов в условиях необорудованной береговой черты и инженерно-техническое обеспечение этого процесса.

Проблема регионального транспортного сообщения не может быть решена на основе автомобилей, даже при наличии сети автомобильных дорог. Причины: малые размеры и грузоподъемность транспортного средства, приходящихся на одного члена экипажа и на единицу контурной площади транспортера. Единственным видом регионального транспорта, полностью лишенным этих недостатков, является железная дорога. Ее дополнительное преимущество - делимость на функциональные секции (вагоны), что позволяет оптимизировать структуру транспортера применительно к решаемой задаче.

Фундаментальным ограничением, сдерживающим развитие железных дорог в слабообжитых районах, является необходимость строительства инфраструктуры и последующее обеспечение ее функционирования. При этом возможность уточнения линии построенной магистрали полностью исключена, что требует безошибочного проектирования сети. В условиях разреженного и подвижного населения такое прогнозирование оказывается чрезвычайно сложным.

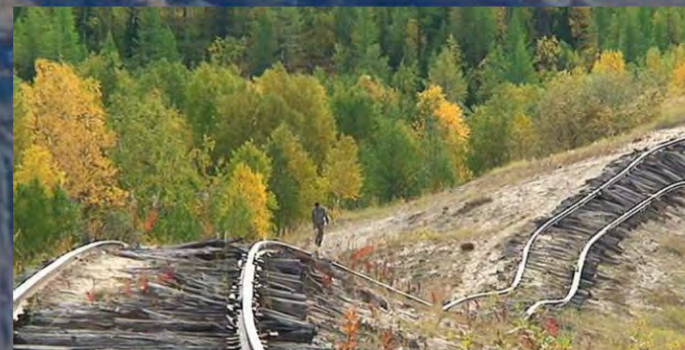
Пример реального состояния автомобильных дорог в северных и сибирских регионах России



Пример реального состояния автомобильных дорог в северных и сибирских регионах России



Железная дорога Салехард – Игарка (стройка № 501-503, 1947...1953 гг.)



Потенциальные возможности создания транспортной сети традиционного типа в северных и сибирских регионах России

1. Проблема регионального транспортного сообщения не может быть решена на основе автомобилей, даже при наличии сети автомобильных дорог.

Причины: малые размеры и грузоподъемность транспортного средства, приходящихся на одного члена экипажа и на единицу контурной площади транспортера. Единственным видом регионального транспорта, полностью лишенным этих недостатков, является железная дорога. Ее дополнительное преимущество - делимость на функциональные секции (вагоны), что позволяет оптимизировать структуру транспортера применительно к решаемой задаче.

2. Фундаментальным ограничением, сдерживающим развитие железных дорог в слабообжитых районах, является необходимость строительства инфраструктуры и последующее обеспечение ее функционирования. При этом возможность уточнения линии построенной магистрали полностью исключена, что требует безошибочного проектирования сети. В условиях разреженного и подвижного населения такое прогнозирование оказывается чрезвычайно сложным.

На обозримом промежутке времени создание в регионе дорожной сети, пригодной для круглогодичного устойчивого применения автомобильного и рельсового транспорта традиционного типа, технически и экономически невозможно.

Рамочные требования к глубинным и рокадным транспортным комплексам

Главное концептуальное требование:

сочетание преимуществ железнодорожных поездов (большая грузоподъемность, делимость, экономичность, всесезонность и всепогодность) с достоинствами внедорожного автомобильного транспорта (использование на простейшей дорожной сети без создания стационарной инфраструктуры)

Общие технические требования у агрегату.

1. Грузоподъемность при движении по грунтовым дорогам, т	200 (не менее) ... 600
2. Полная масса (в зависимости от грузоподъемности)	400...1200
3. Предельная грузоподъемность секции при движении по грунтовым дорогам, т	50...55
4. Техническая быстроходность, км/час	40...55
5. Средняя эксплуатационная скорость, км/ч не менее	30...35
6. Запас хода по топливу, км не менее	800
7. Автономность, суток не менее	3...4

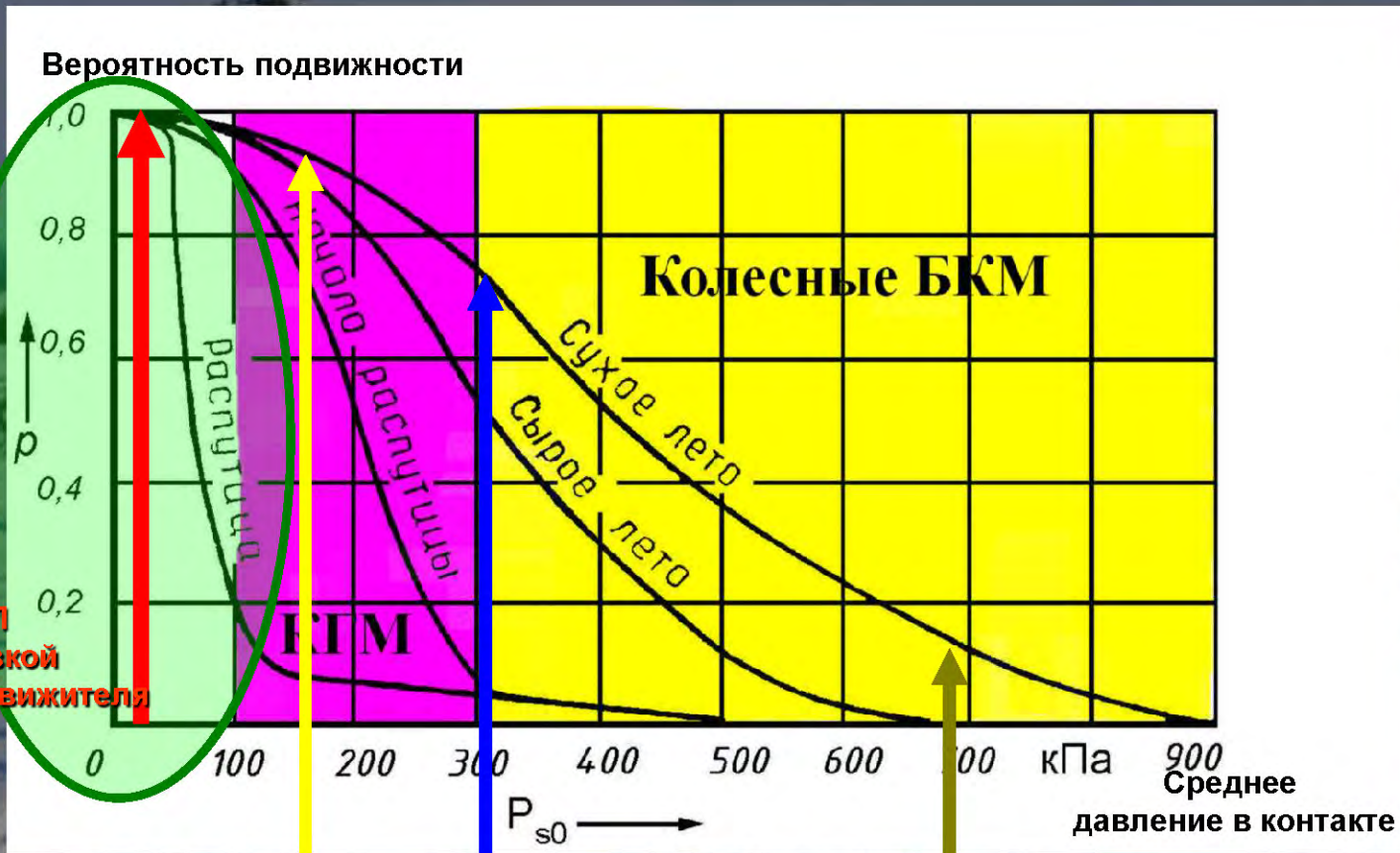
Целесообразно применение «вагонов» различных типов (грузовые платформы, грузовые вагоны, пассажирские вагоны, цистерны и т.д.). Все «вагоны» получают наложением специализированного верхнего строения на унифицированную ходовую часть («нижнее строение»), причем переоборудование является простейшей технологической операцией и может быть выполнено транспортным предприятием в зависимости от текущей потребности в конкретной конфигурации поезда.

Выполнение этого комплекса требований обеспечивается только созданием нового класса транспортных систем – тяжелых многозвенных автопоездов особо большой грузоподъемности.

Пример реализации. Внедорожный многозвенный автопоезд «Оверлэнд» с унитарной энергетической установкой

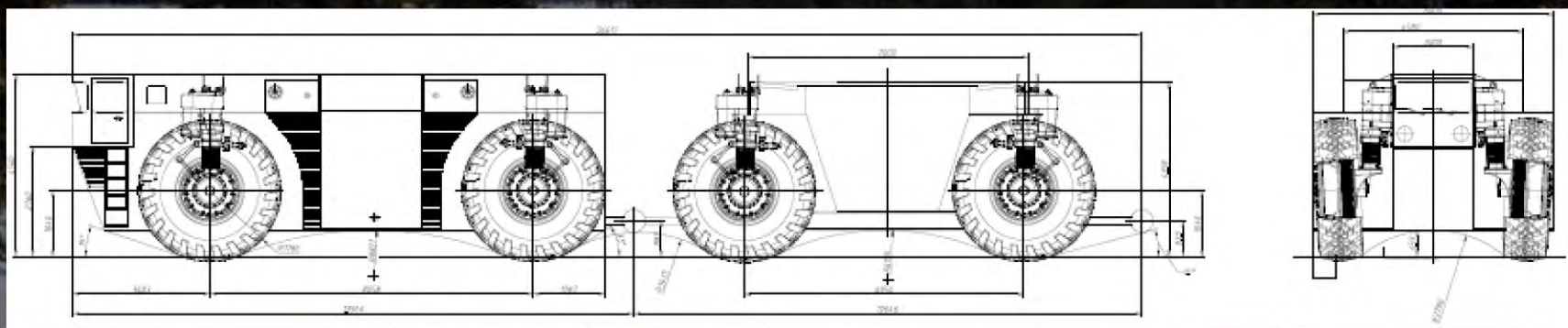
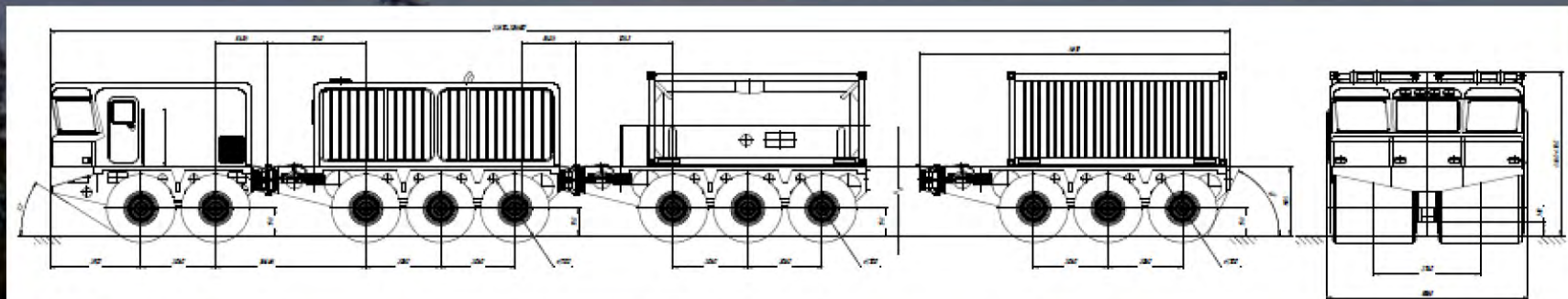


Потенциальные возможности подвижности транспортных средств с различными двигателями



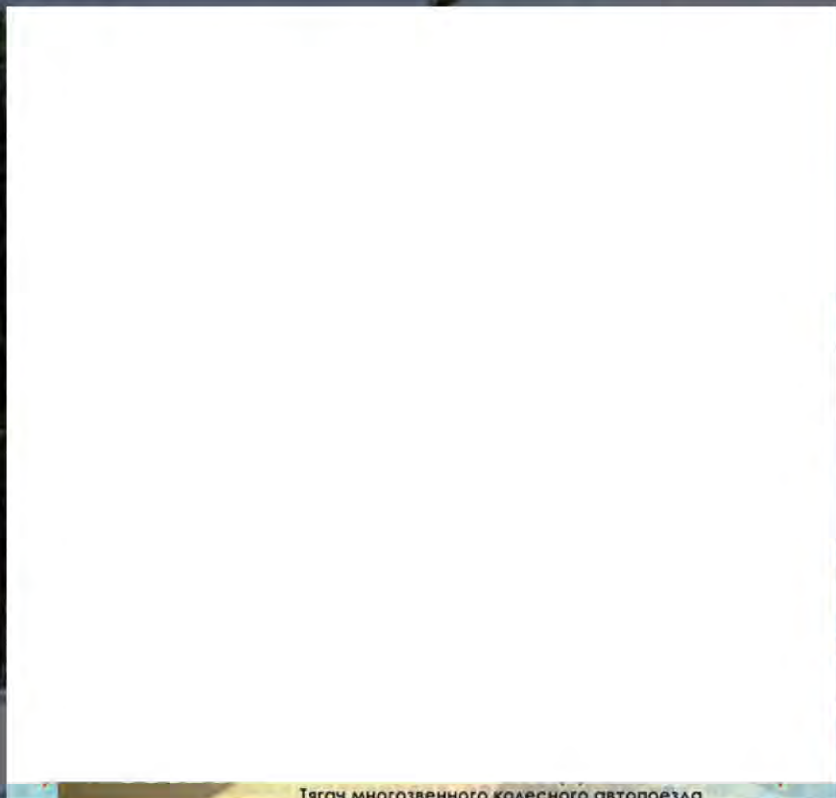
Многозвенный автопоезд с унитарной энергоустановкой

Примеры концептуальных вариантов (МГТУ им. Н.Э Баумана)

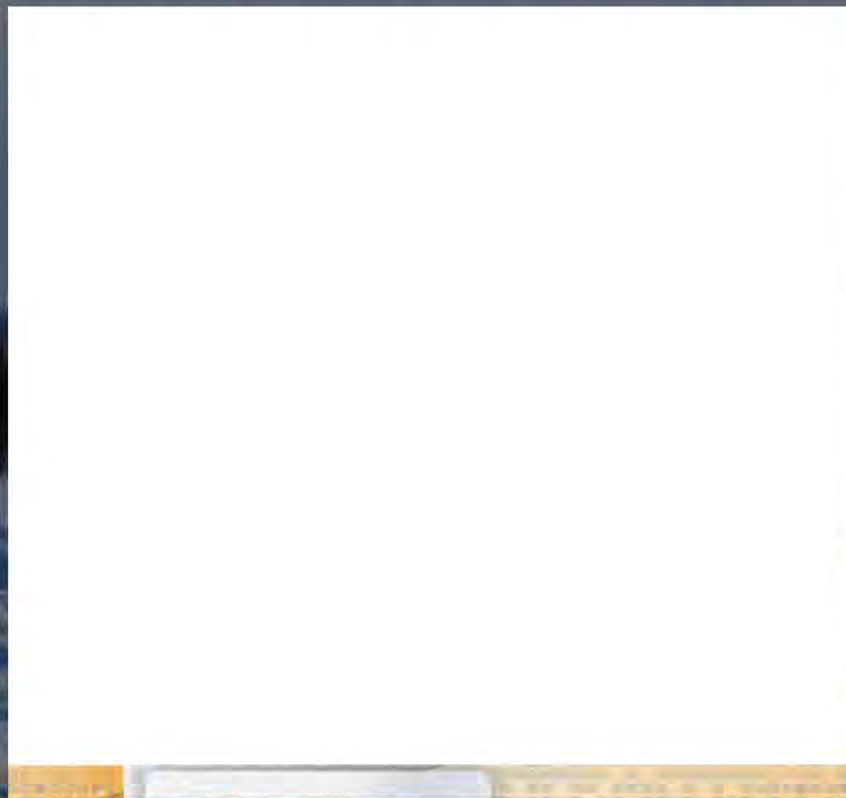


Макетный образец локомотива с унитарной электроэнергетической установкой

Многозвенный автопоезд с унитарной энергоустановкой



Тягач многозвеного колесного автопоезда



Энерговооруженность обеспечивает поезду скорость движения по бездорожью средней степени сложности не менее 30...35 км/ч.

Технически реализуем поезд с многомоторной ЭУ и ЭТ общей грузоподъемностью 450...500 т. при полной массе 805...810 т. и более.

Предельные возможности определяются условиями эксплуатации поезда и жесткостью экологических требований к системе. Реально создание поезда с низким уровнем воздействия на грунт с грузоподъемностью 450...500 т при 10 секциях и двух локомотивах.

Зимой после первого прохода образуется колея, сопротивление движению уменьшается, скорость движения увеличивается, расход топлива снижается и возрастает безопасность эксплуатации. На этот период можно грузоподъемность поезда на 35...45% не менее (т.е. до уровня 630...720 т.).

Автопоезд с «распределенной энергоустановкой» (вариант основе агрегатов и технологий многоосных колесных шасси)

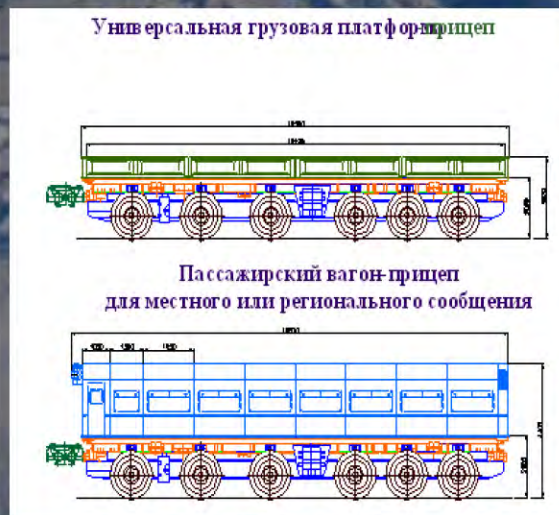
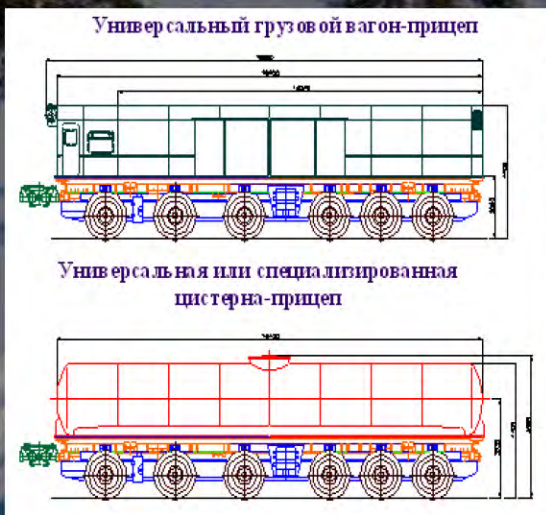
Грузоподъемность – 600 т и более, максимальная скорость – 40...55 км/час

При использовании шин диаметром 1600 мм можно реализовать звенья со следующими параметрами (среднее давление на дорогу 0,296 кг/см²):

- 4-осное звено – 58060 кг (грузоподъемность 30 т не менее);
- 6-осное звено – 87090 кг (грузоподъемность 44...45 т не менее).

Длина 6-осного звена позволяет перевозить трубы диаметром 273...1420 мм и более с длиной 12 м. Грузоподъемность звена обеспечивает транспортировку 30 труб. При необходимости два смежных звена могут перекрыты промежуточным пролетом, что позволяет транспортировать сваренные секции труб длиной 48 м.

Для передвижения 6-осного звена со скоростью 40 км/ч в самых тяжелых условиях достаточно бортовой ЭУ мощностью 300...320 л.с, что соответствует номенклатуре автомобильных дизельных двигателей.



Предельные заявленные возможности (ETM Mining Truck MT240) = 6000 т.

Варианты исполнения «вагонов» (звеньев) поезда

Пределные возможности многозвенных автопоездов с распределенной энергоустановкой

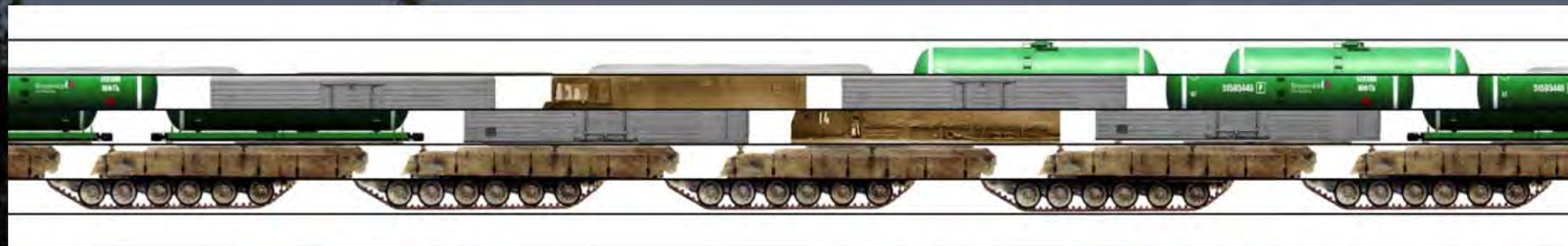


Пределные заявленные возможности ETF Mining Truck MT240 = 6000 т.



Грузоподъемность секции – 180 т и более
Число секций – технически не ограничено
Техническая быстроходность – 40...50 км/час
Геометрический объем кузова – 85 м³ и более

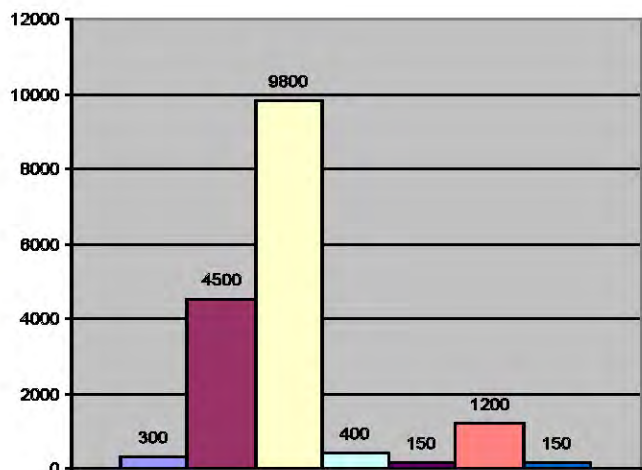
Многозвенные гусеничные транспортные поезда (конверсия парка устаревших основных танков)



Численность танкового парка ВС РФ (07. 2009 г.)

Данные IISS «The Military Balance»

<http://republic.com.ua/article/12381-old.html>



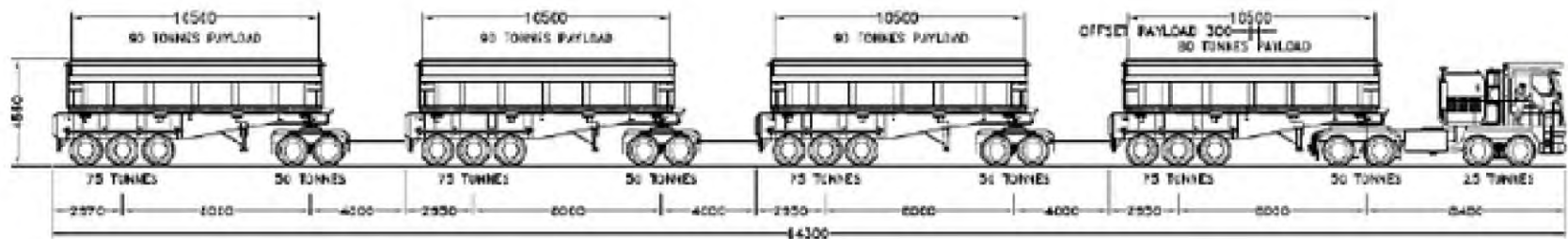
■ T-90 ■ T-80 □ T-72 □ T-64 ■ T-62 ■ T-55 ■ PT-76

Ориентировочные технические характеристики многозвенного гусеничного поезда

Грузоподъемность звена, т.....	20
Число грузовых звеньев.....	15
Грузоподъемность поезда, т.....	300
Ориентировочная длина платформы, м не менее...	10
Ориентировочная ширина платформы, м... ..	3,4
Число активных звеньев, не менее.....	6
Число направляющих звеньев.....	1 (2)
Средняя скорость движения по грунтовым дорогам, км/ч.....	35..40
Запас хода по топливу, км не менее.....	1000
Удельная мощность (в зависимости от числа активных звеньев), л.с/т.....	18...45

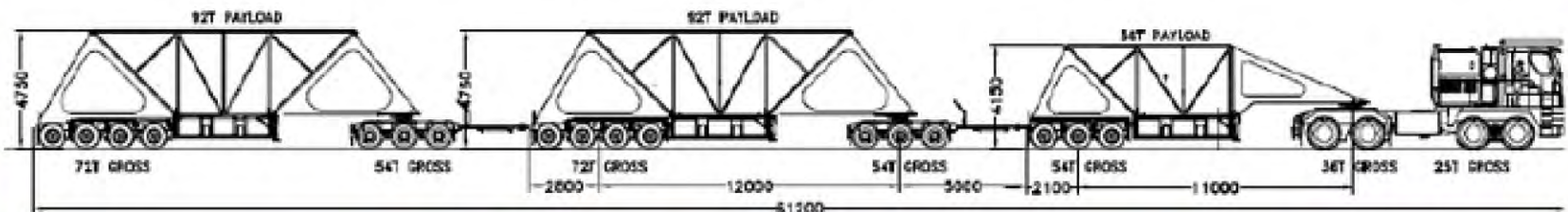
Многозвенные автопоезда для использования на технологических автомобильных дорогах (на примере потенциальных возможностей прицепного и седельного вариантов автопоездов ТРАСТОМАС)

525 Tonnes convoy



- Towing capacity up to 550 tonnes on 7% grades
- Max. speed 62 kph
- Max.Speed on 2% grade = 15 kph (550 tonnes GCW)
- Max.speed on 5% grade = 6 kph (550 tonnes GCW)

370 Tonnes convoy



Возможности большегрузных автопоездов типа ТРАСТОМАС

Вариант седельного автопоезда повышенной проходимости с распределенной энергоустановкой

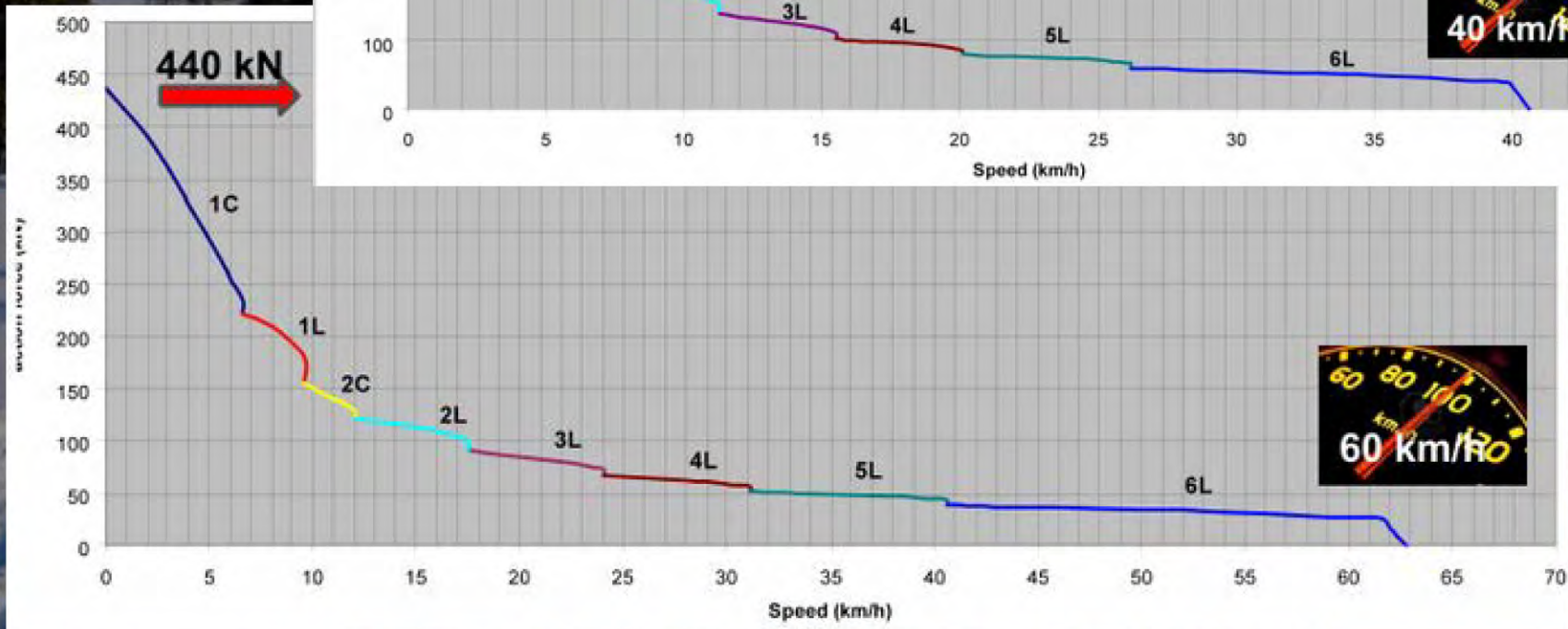
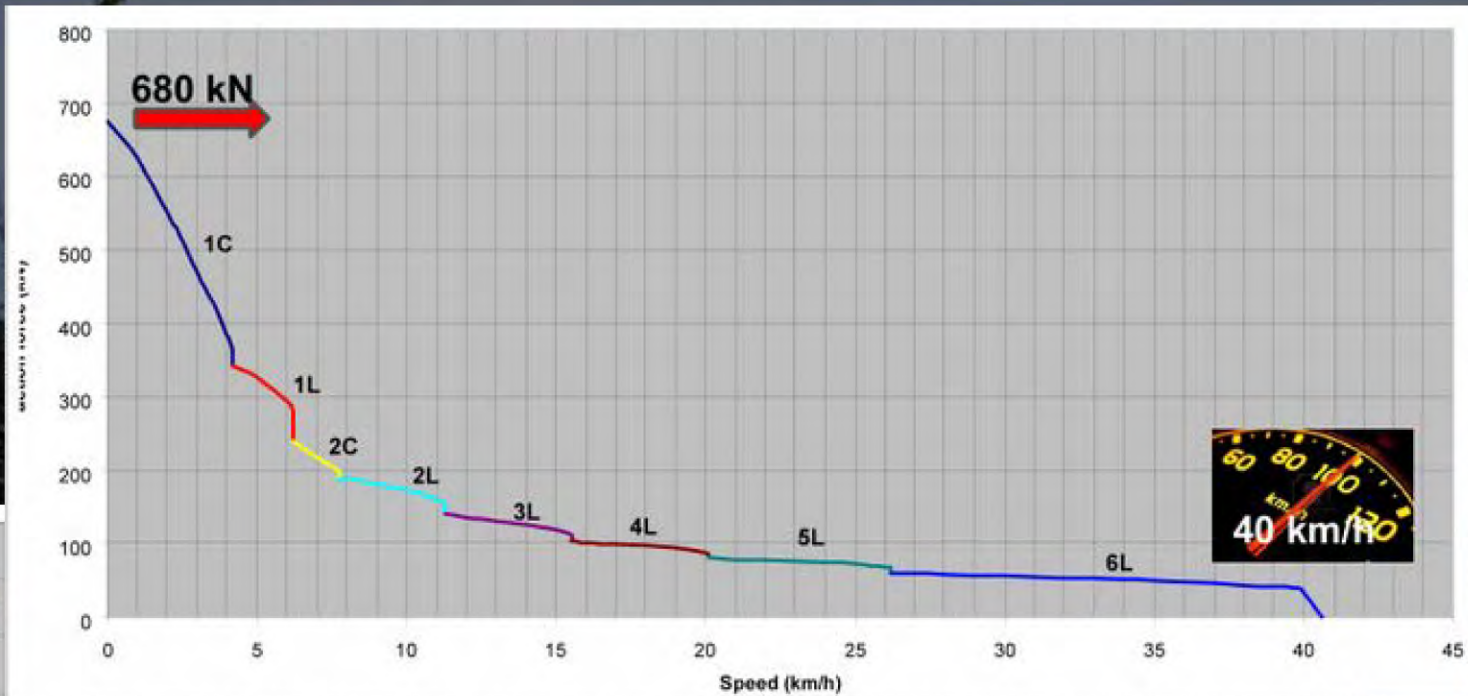


Для сравнения.



Двухзвенные автопоезда VOLVO и SCANIA
Автопоезд Тонар-45252 грузоподъемностью 130 т
(по заказу АЛРОСА)

Тяговая характеристика автопоезда ТРАСТОМАС

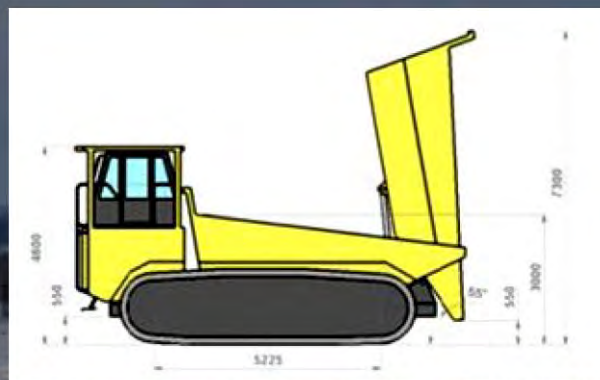


Повышение эффективности разработки открытых карьеров с использованием альтернативных концепций транспортных машин

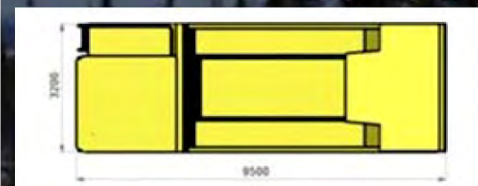


Пример. Вертикальный разрез нижней части карьера «Удачный»

«Традиционные» концепции карьерных транспортных средств



Гусеничный самосвал ГС-40
(ФГУП УКБТМ)



Грузоподъемность, т	40
Объем кузова, м ³	19
Масса порожнего самосвала, т	50
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	773 (1050)
Тип двигателя	дизельный
Расход топлива двигателем, г/кВт·ч	210
Максимальная скорость движения по съезду в карьере (18-20°), км/ч	
- грузного (на подъеме/на горизонтальном участке/на спуске)	6/10/10
- порожнего (на подъеме/на горизонтальном участке/на спуске)	10/10/10
Тип трансмиссии	Гидростатическая
Ресурс самосвала до капитального ремонта, не менее, мото-час	10000
Гарантийный ресурс гусеничного хода (по данным предприятия-изготовителя, при скорости движения 5...8 км/ч), мото-час	2500
Ресурс двигателя до капитального ремонта, не менее, мото-час	10000
Средствозатраты на километр дорожного полотна на съезде (18-20°) (расчетное)	0,1
Удельное давление на грунт, кг/см ²	1,3

«Нетрадиционные» концепции карьерных транспортных средств



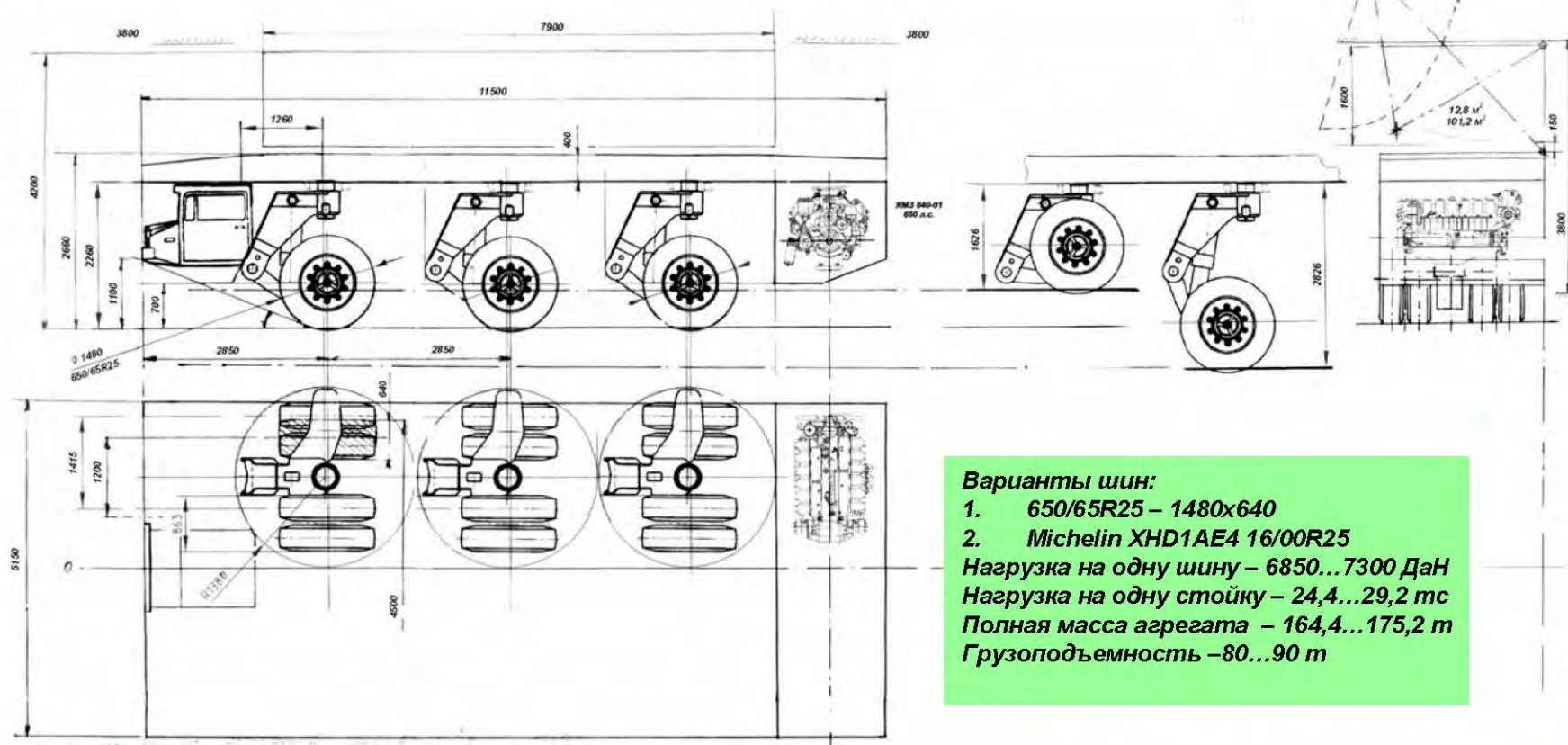
Модульные карьерные самосвалы грузоподъемностью 760 т.
Компания ETF Mining Equipment, г. Марибор, Словения




Многоопорный карьерный самосвал WTV 220E (Китай)

D2-180	D3-284	D4-380	D5-484	D6-570	D8-774
					
180 metric tons	284 metric tons	380 metric tons	484 metric tons	570 metric tons	774 metric tons
1600 kW	2400 kW	3200 kW	4000 kW	4800 kW	6400 kW
12.5 m	14.2 m	15.8 m	19.1 m	22.4 m	29.0 m
20.7 m	22.7 m	24.6 m	28.3 m	32.3 m	40.2 m

Потенциальные возможности карьерных транспортных средств на основе концепции многоопорных колесных платформ



Пример. Многоопорная самосвальная платформа, примерно эквивалентная автомобилю-самосвалу типа БелАЗ-6549 (грузоподъемность 75 т)

A wide-angle photograph of a snowy landscape. The foreground is dominated by a snow-covered path with numerous tracks, likely from a vehicle or sled, leading towards the background. The path is flanked by several tall, dark evergreen trees. In the distance, a dense forest of similar trees stretches across the horizon under a clear, pale blue sky. The overall scene is bright and serene, with soft shadows cast by the trees and tracks.

Благодарю за внимание.