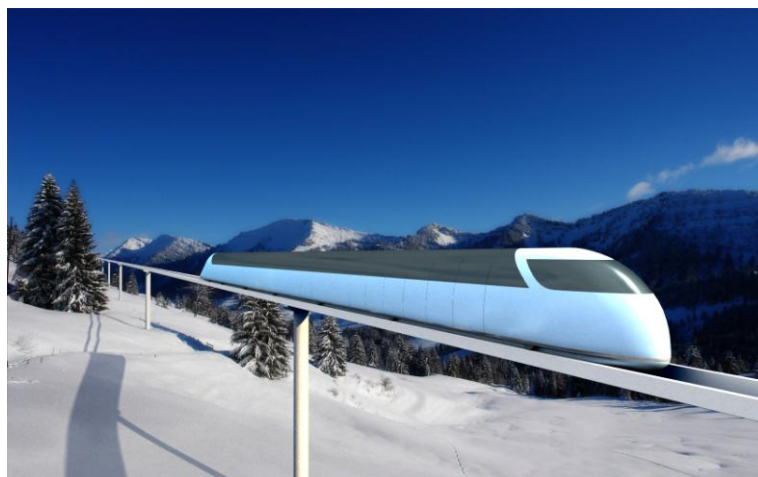


Высокоскоростная транспортная услуга
по перевозке пассажиров
на основе технологий СТЮ
«Сухум — Сочи»

Подвижной состав

Информационная записка



Москва 2009

Содержание

1.	Введение	3
2.	Конструкция высокоскоростного поезда СТЮ	3
2.1.	Концепция поезда	3
2.2.	Краткое описание поезда и технические характеристики поезда с тремя пассажирскими модулями	5
2.3.	Анализ топливной экономичности дизель-электрического поезда СТЮ	9
2.4.	Калькуляция отпускной цены дизель-электрического поезда СТЮ	11
2.5.	Сравнение дизель-электрического поезда СТЮ с высокоскоростным пассажирским поездом по удельному энергопотреблению	13
3.	Анализ варианта электропривода с питанием от контактной сети	14
4.	Вариант дизель-электрического поезда СТЮ «челночного» исполнения	14
5.	Головной разработчик подвижного состава и соисполнители разработки	17
6.	Заключение	17

1. Введение

В настоящей записке в кратком виде приведены предварительные технико-экономических показатели подвижного состава высокоскоростной транспортной услуги СТЮ по перевозке пассажиров между городами Сухум и Сочи.

Рассмотрен дизель-электрический вариант конструктивного исполнения высокоскоростного поезда СТЮ на 44 пассажирских места, приведены основные технические характеристики, проведены калькуляция его отпускной цены и анализ топливной экономичности. Произведено сопоставление удельного энергопотребления поезда СТЮ с высокоскоростным пассажирским поездом типа TGV-NG (Франция).

Проанализирован также вариант электропитания высокоскоростного поезда СТЮ от контактной сети.

2. Конструкция высокоскоростного поезда СТЮ

2.1. Концепция поезда

В высокоскоростном поезде СТЮ, важной отличительной чертой которого является высокая аэродинамичность наружных обводов (коэффициент лобового аэродинамического сопротивления C_x около 0,2), заложена модульная схема построения. Далее рассматривается дизель-электрический вариант высокоскоростного поезда СТЮ.

В конструкции поезда используются четыре типа унифицированных модулей: носовой модуль, ходовой модуль, пассажирский модуль (салон), кормовой модуль.

В носовом модуле (см. рис. 2.1) размещены: отсек водителя с оборудованием для управления поездом, силовой отсек, салон VIP-класса.

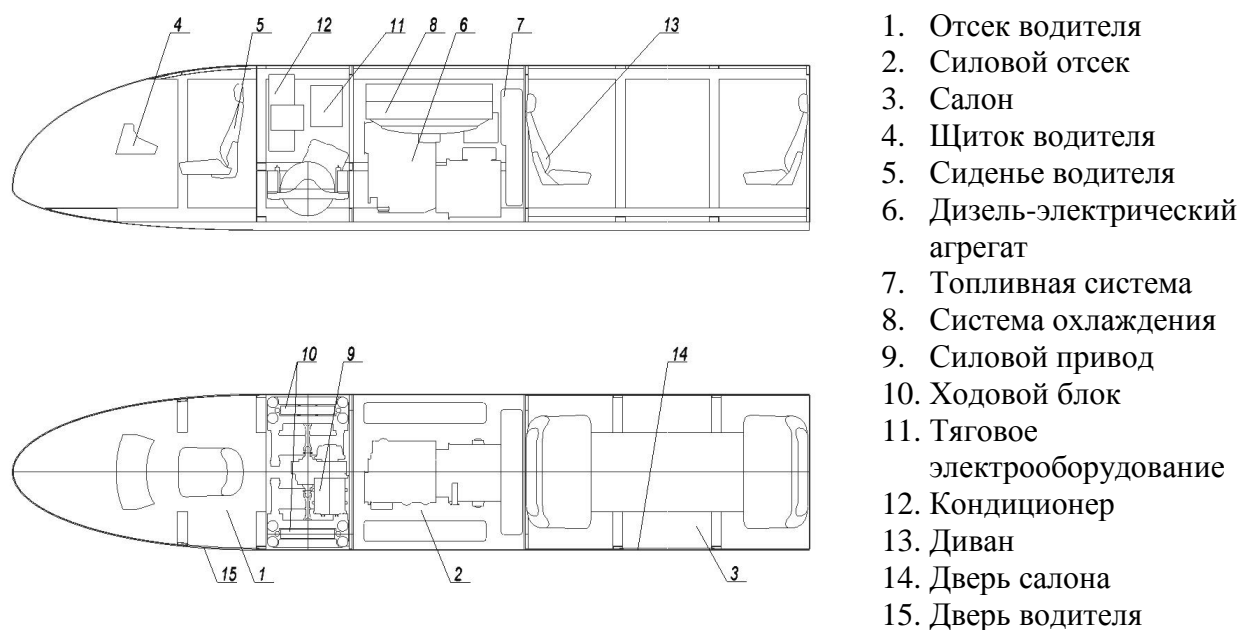
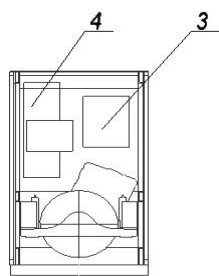


Рис. 2.1. Носовой модуль

В ходовом модуле (см. рис. 2.2) размещены тягово-опорный блок, силовое электрооборудование и агрегаты обеспечения микроклимата в пассажирских салонах.



1. Силовой привод
2. Ходовой блок
3. Тяговое электрооборудование
4. Кондиционер

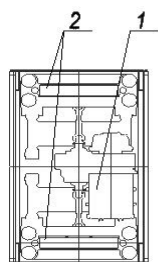
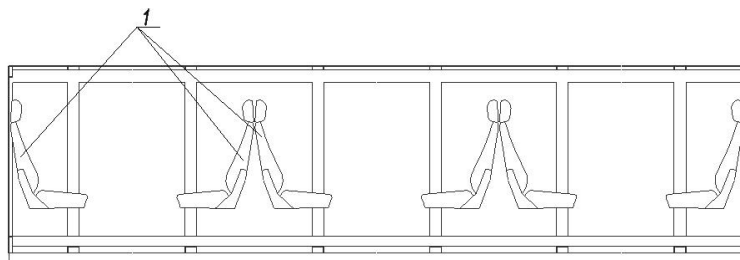


Рис. 2.2. Ходовой модуль

В пассажирском модуле (см. рис.2.3) размещены диваны для пассажиров, столик, места для ручной клади.



1. Диван
2. Дверь салона

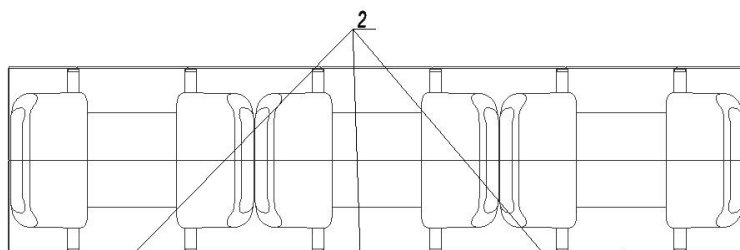


Рис. 2.3. Пассажирский модуль

В кормовом модуле (см. рис. 2.4) размещены: салон VIP-класса, силовой отсек, багажный отсек.

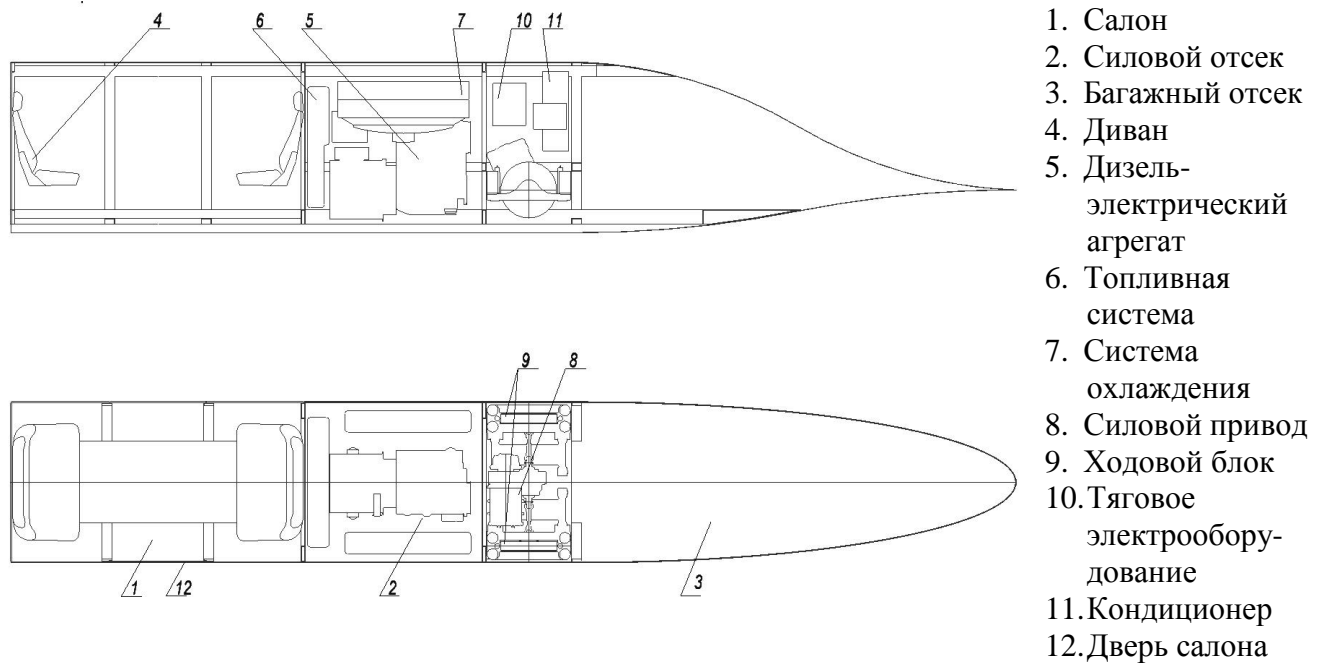


Рис. 2.4. Кормовой модуль

2.2. Краткое описание и технические характеристики поезда с тремя пассажирскими модулями

Внешний вид поезда представлен на рис. 2.5. Технические характеристики и краткое описание поезда приведены в таблице 2.1. Компоновка поезда показана на рис. 2.6 .

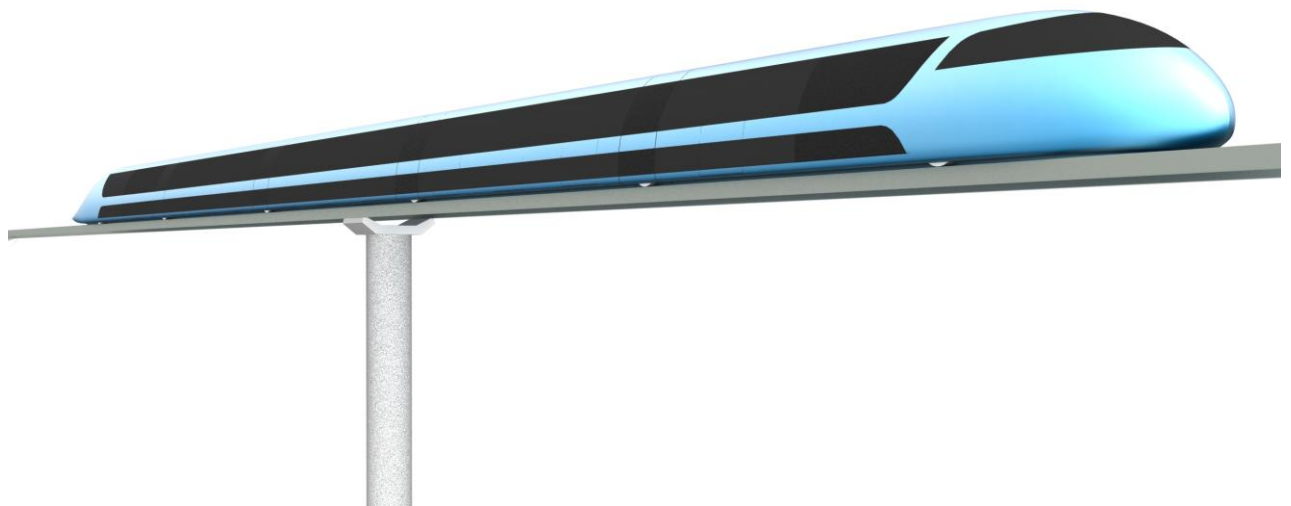


Рис. 2.5. Внешний вид поезда

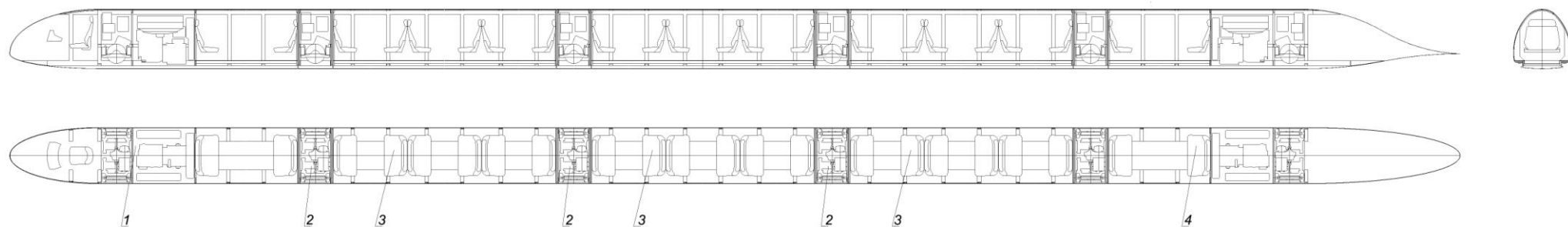


Рис. 2.6. Компоновка поезда

1. Носовой модуль
2. Ходовой модуль
3. Пассажирский модуль
1. Кормовой модуль

Технические характеристики поезда с тремя пассажирскими модулями

№	Наименование характеристики	Значение (описание) характеристики
1	Число пассажирских мест	44 (из них 8 мест VIP-класса)
2	Снаряженная масса, кг	14300
3	Максимальная масса, кг	19500
4	Габаритные размеры, мм: - длина - ширина - высота - база - колея - клиренс	40700 1600 1675 32910 1250 минус 145
5	Максимальная скорость, км/ч	360
6	Параметр плавности хода W (при скорости 360 км/ч), не более	3,0
7	Время разгона до максимальной скорости, мин	11
8	Максимальный преодолеваемый подъем, %	10
9	Длина тормозного пути при экстренном торможении (начальная скорость — 360 км/ч), м, не более	2300
10	Расход топлива, кг/100 км (при скорости 360 км/ч)	23
11	Емкость топливных баков, л	1000
12	Колесная формула	12 × 12
13	Корпуса модулей	сварной каркас из высокопрочного алюминиевого сплава, облицованный пластиком
14	Оборудование салонов	входные двери, диваны, столики, обогрев и кондиционирование воздуха, освещение, места для ручной клади, огнетушители, аптечки, информационные табло, аудио- и видеосистемы

№	Наименование характеристики	Значение (описание) характеристики
15	Силовой привод	Дизель-электрические агрегаты, трехфазные асинхронные электродвигатели, тяговые преобразователи
16	Дизель-электрический агрегат: - количество - производитель - топливо - номинальная мощность двигателя, кВт - номинальное напряжение, В - удельный расход топлива, г/кВтч - масса, кг - система охлаждения - система управления - нормы токсичности отработавших газов	2 Brunel IMG (Германия) дизельное 190 600 - 750 235 500 жидкостная, закрытая с принудительной циркуляцией электронная Евро 4
17	Тяговый электродвигатель: - количество - производитель - часовая мощность, кВт - модель - тип - масса, кг - система охлаждения - система управления	6 VEM Sachsenwerk (Германия) 55 DKWBZ 1606-04 асинхронный 160 жидкостная, с принудительной циркуляцией электронная
18	Ходовая система: - подвеска колес - направляющее устройство - гасители колебаний корпуса	независимая, пружинная, однорычажная двенадцать боковых противосходных колес, контактирующих с боковыми дорожками качения рельсов телескопические амортизаторы

№	Наименование характеристики	Значение (описание) характеристики
19	Тормозная система: - рабочая - стояночная (и запасная)	электродинамическая электромеханическая
20	Тормозные механизмы электромеханического тормоза	дисковые с электромагнитным отключением
21	Электрооборудование	АКБ, 24 В, двухпроводное, приборы внешнего и внутреннего освещения
22	Система отопления воздуха салонов	от системы охлаждения двигателя
23	Система охлаждения воздуха салонов	кондиционеры
24	Система пожаротушения силового отсека	автоматическая, генераторы огнетушащего аэрозоля
25	Устройство сцепное	автоматическое с фрикционным энергогасителем удара

2.3. Анализ топливной экономичности дизель-электрического поезда СТЮ

В данном разделе представлен анализ топливной экономичности высокоскоростного дизель-электрического поезда СТЮ, оснащенного двумя дизель-электрическими агрегатами типа UKA. Производителем агрегатов UKA является немецкая фирма Brunel IMG GmbH. Агрегаты UKA разработаны специально для транспортной техники (автобус, трамвай) и обладают значительно лучшими (более чем в два раза) весогабаритными показателями по сравнению со стандартными агрегатами, выпускаемыми промышленностью для стационарного применения. Фирма Brunel IMG GmbH может предложить агрегаты номинальной мощностью двигателя 100 и 190 кВт. Агрегат мощностью 190 кВт наиболее подходящий вариант для высокоскоростного поезда СТЮ колесей 1250 мм.

2.3.1. Исходные данные для анализа:

Масса поезда, кг	19500
Мидель, м ²	1,9
Коэффициент аэродинамического сопротивления (Cx)	0,2
Коэффициент сопротивления качению колес	0,0022
Плотность воздуха, кг/м ³	1,21
КПД (от коленчатого вала дизеля до тяговых колес)	0,77
Рабочая характеристика дизельного двигателя агрегата с кривыми удельного расхода топлива на частичных нагрузках	см. рис. 2.7.

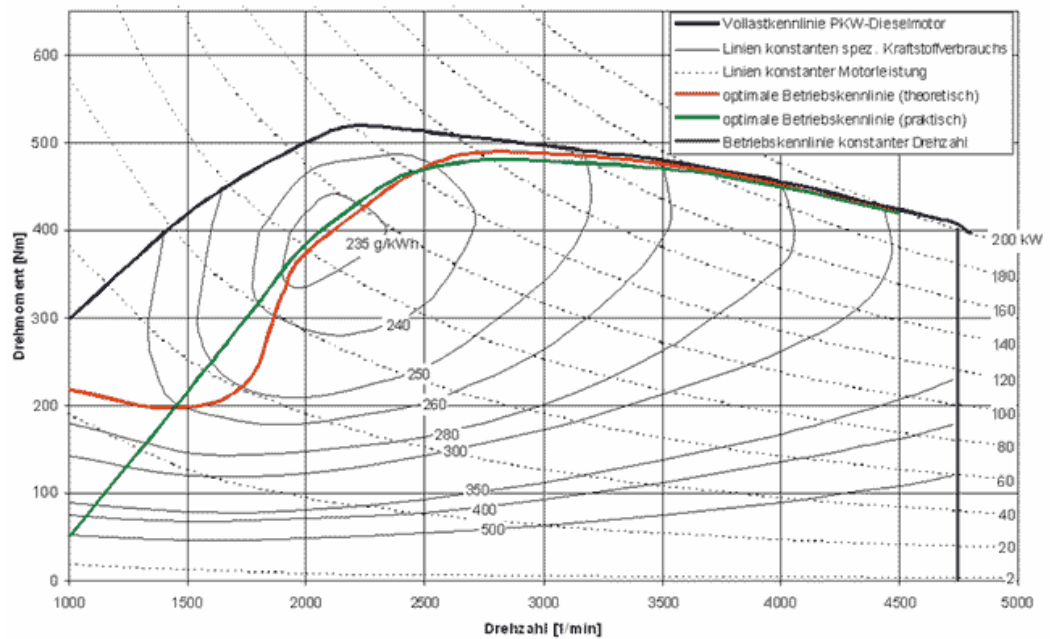


Рис. 2.7. Рабочая характеристика дизельного двигателя агрегата УКА номинальной мощностью 190 кВт с кривыми удельного расхода топлива на частичных нагрузках

2.3.2. Результаты и выводы анализа топливной экономичности дизель-электрического поезда СТЮ

На рис. 2.8 приведены кривые расхода топлива поезда в зависимости от скорости движения и количества работающих агрегатов.

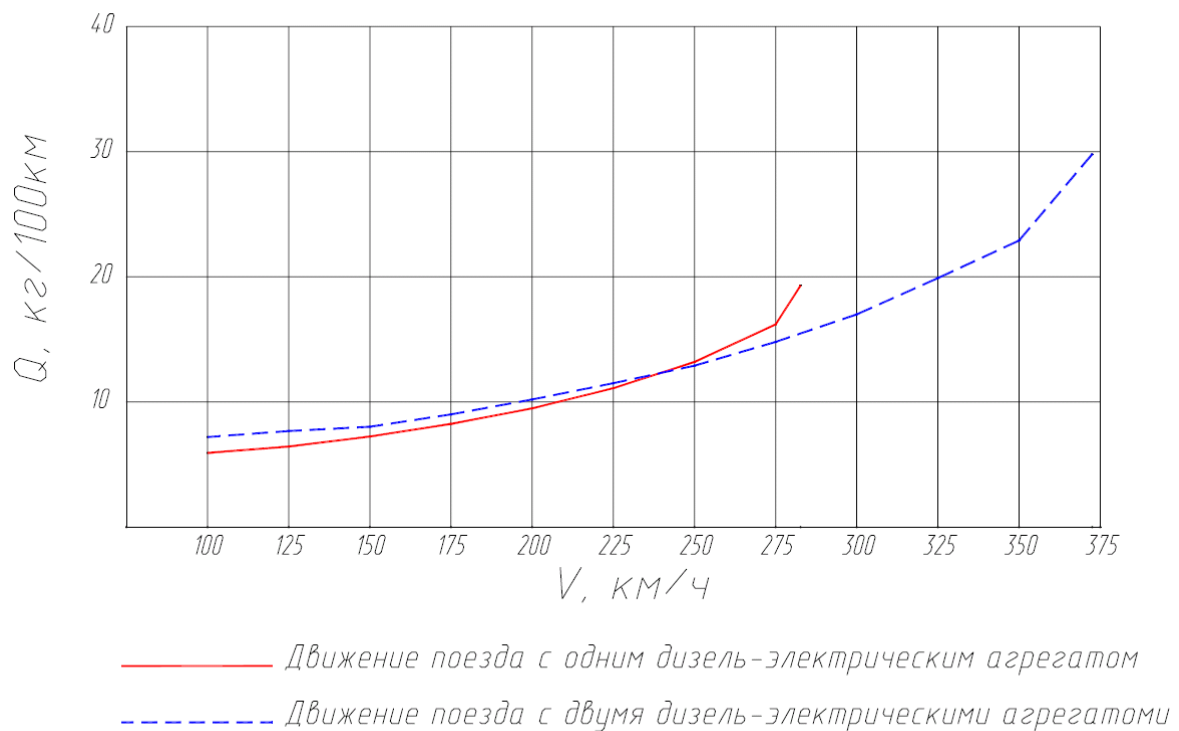


Рис. 2.8. Зависимость расхода топлива дизель-электрического поезда СТЮ в зависимости от скорости движения и количества работающих дизель-электрических агрегатов

Анализ рабочей характеристики дизельного двигателя, приведенной на рис. 2.7, показывает, что наиболее экономично двигатель работает в зоне

половинной мощности. Так при нагрузке 95 кВт расход топлива составит 22,3 кг/ч. Самый большой расход соответствует нагрузке двигателя номинальной мощностью (190 кВт) и составляет 57 кг/ч. Расход топлива для значений нагрузочных мощностей, находящихся в пределах 95 – 190 кВт, будут составлять:

- для 120 кВт – 28,8 кг/ч;
- для 140 кВт – 35,0 кг/ч;
- для 160 кВт – 41,6 кг/ч;
- для 180 кВт – 50,4 кг/ч.

Таким образом, наиболее оптимальный режим работы агрегата находится в пределах нагрузочных мощностей 100 – 140 кВт. Это подтверждается и рекомендациями эксплуатации стационарных дизель-генераторных агрегатов, которые, как правило, в штатном режиме не нагружают более чем 2/3 от максимальной мощности двигателя. Кроме экономии при этом берут в расчет и другие аспекты: долговечность, экологичность, а также наличие запаса для преодоления кратковременных перегрузок.

Если бы ставилась задача каскадного включения дизель-электрических агрегатов в целях экономии топлива при наращивании мощности привода для повышения скорости движения поезда, то, исходя из рис. 2.8, можно было бы рекомендовать:

- в диапазоне скоростей до 240 км/ч двигаться на одном агрегате (кривая красного цвета), при этом расход топлива не превысит 12,5 кг/100 км;
- в диапазоне скоростей от 240 до 360 км/ч подключать второй агрегат (пунктирная кривая синего цвета), при этом наибольший расход топлива будет соответствовать скорости 360 км/ч и составит 23 кг/100 км.

Каскадное включение обеспечивает экономию топлива в зоне скоростей движения 100 - 125 км/ч и 280 км/ч до 22 % .

2.4. Калькуляция отпускной цены дизель-электрического поезда СТЮ

Ориентировочная цена дизель-электрического поезда СТЮ определена исходя из условий мелкосерийного производства, стоимости основных узлов, массы изделия, дополнительных затрат на создание опытного образца и изучение потребностей рынка (см. табл. 2.2).

Таблица 2.2

Ориентировочная отпускная цена дизель-электрического поезда СТЮ при единичном производстве

№	Наименование статей затрат	Сумма, USD
1	Сырье и материалы	92 066
2	Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера	964 240
3	Транспортно-заготовительные расходы	32 841
	Итого материальных затрат	1 089 147
4	Основная зарплата производственных рабочих	337 635

5	Дополнительная зарплата производственных рабочих	33 764
6	Отчисления на социальное страхование	129 990
7	Отчисления на обязательное страхование	7 428
8	Общепроизводственные расходы	783 314
9	Общехозяйственные расходы	580 733
10	Износ инструментов и приспособлений целевого назначения и прочие специальные расходы – всего	651 636
10.1	в том числе: износ специальной модельной оснастки	364 916
11	Инновационный фонд	109 063
	Итого производственная себестоимость	3 722 710
12	Внепроизводственные расходы	11 168
	Итого полная себестоимость	3 733 878
13	Прибыль (10%)	373 388
	Итого оптовая цена	4 107 266
14	Налоги, сборы и отчисления из выручки (5%)	127 029
	Итого отпускная цена	4 234 295

Исходя из расхода материалов и покупных изделий, необходимых для производства высокоскоростного дизель-электрического поезда, а также их ориентировочной стоимости, сумма материальных затрат на изготовление единицы изделия составит 1 089 147 USD, в том числе транспортно-заготовительные расходы – 32 841 USD. Большая доля затрат – 964 240 USD – приходится на покупные изделия: частотные преобразователи, дизель-электрические агрегаты, тяговые электродвигатели, кондиционеры, электромеханические тормоза, детали облицовки и др.

Расшифровка материальных затрат представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Расшифровка материальных затрат

№	Наименование калькуляционных групп	сумма, USD
Сырье и материалы		
1	Профилированный алюминиевый сплав	56 115
2	Лакокрасочные материалы	1 066
3	Прочие материалы	34 885
3.1	в том числе: поликарбонат	30 875
ИТОГО сырья и материалов		92 066
Покупные изделия		
4	Тягово-энергетический блок, ходовая система	839 250
5	Оборудование салона	117 990
6	Прочие комплектующие узлы	7 000
ИТОГО покупные изделия		964 240
ИТОГО материальных затрат:		1 055 240
Транспортно-заготовительные расходы		32 841
ВСЕГО материальных затрат		1 089 147

Заработная плата производственных рабочих определена исходя из трудоемкости изготовления и сборки основных узлов, агрегатов и элементов изделия.

Накладные расходы включают в себя расходы общепроизводственного характера, расходы на разработку конструкторской документации и на административно-управленческие нужды, а также на износ специальной оснастки, необходимой для изготовления наружной высокоаэродинамичной обшивки корпуса. В таблице 2.4 представлена смета накладных расходов на единицу изделия.

Таблица 2.4

Смета накладных расходов	
Статьи расходов	Сумма, USD
<i>Общехозяйственные расходы</i>	
Затраты на оплату аппарата управления	345 536
в том числе: заработная плата разработчиков конструкторской документации	224 598
Прочие расходы	235 197
Всего общехозяйственных расходов	580 733
<i>Общепроизводственные расходы</i>	
Содержание административно-управленческого персонала	123764
Содержание прочего персонала	39166
Содержание оборудования	93998
Текущий ремонт оборудования	42299
Возмещение износа малоценных быстроизнашиваемых инструментов	143346
Содержание зданий	106531
Амортизация оборудования	126114
Прочие расходы	108097
Всего общепроизводственных расходов	783 314
<i>Износ инструмента и приспособлений целевого назначения и прочие специальные расходы</i>	
в том числе: износ специальной модельной оснастки	364 916
<u>Всего накладных расходов</u>	2 015 683

Таким образом, ориентировочная отпускная цена высокоскоростного дизель-электрического поезда в единичном производстве (с объемом выпуска до 10 шт. в год) составит 4 234 295 USD. Цена подлежит уточнению после подготовки производства и изготовления опытного образца. В серийном производстве отпускная цена высокоскоростного поезда СТЮ будет снижена в 3—5 раз.

2.5. Сравнение дизель-электрического поезда СТЮ с высокоскоростным пассажирским поездом по удельному энергопотреблению

Исходные параметры и расчетное удельное энергопотребление высокоскоростного поезда TGV-NG (Франция) и высокоскоростного поезда СТЮ предоставлены в таблице 2.5.

Сравнение расчетного удельного энергопотребление высокоскоростного поезда TGV-NG и высокоскоростного дизель-электрического поезда СТЮ

Параметр \ поезд	поезд TGV - NG	поезд СТЮ
Максимальная скорость, км/ч	350	360
Мощность привода (при скорости 360 км/ч), кВт	13200	330
Количество посадочных мест	377	44
Удельное энергопотребление, Вт·ч / пасс.×км	100,0	21,4

Из таблицы 2.5 видно, что удельное энергопотребление дизель-электрического поезда СТЮ лучше аналогичного параметра высокоскоростного железнодорожного поезда практически в пять раз.

3. Анализ варианта электропривода с питанием от контактной сети

В высокоскоростном поезде СТЮ может быть использован также электропривод с питанием от контактной сети. Преимущества такого варианта:

- возможность использования относительно дешевой электроэнергии;
- неограниченный эксплуатационный диапазон поезда (по расстоянию);
- отсутствие топлива на борту поезда;
- отсутствие надобности заправочных станций.

Основным недостатком варианта поезда с электропитанием от контактной сети является значительное удорожание путевой структуры (в пределах 0,65 - 1,1 млн. USD/км, в зависимости от величины и вида напряжения).

Необходимо отметить, что экономический выигрыш от использования дешевой электроэнергии значительно сокращается из-за относительно высоких потерь (не ниже 30%) на всем тракте преобразования электроэнергии (от электростанции до тягового электродвигателя). Кроме того потребуются значительные дополнительные эксплуатационные затраты на обслуживание тяговых подстанций, контактной сети и участков электропередач от подстанций до контактной сети.

4. Вариант дизель-электрического поезда СТЮ «челночного» исполнения

Представляет интерес исполнение высокоскоростного поезда СТЮ в «челночном» варианте (т.е. как метро, электричка и современные трамвайные вагоны). Основное преимущество данного варианта заключается в отсутствии надобности строительства (и, соответственно землеотвода) разворотного круга. При относительно небольших пассажирских потоках

такой вариант позволяет обойтись в начальный период эксплуатации однопутной дорогой.

Внешний вид поезда «челночного» исполнения представлен на рис. 4.1., а компоновка его показана на рис. 4.2 .

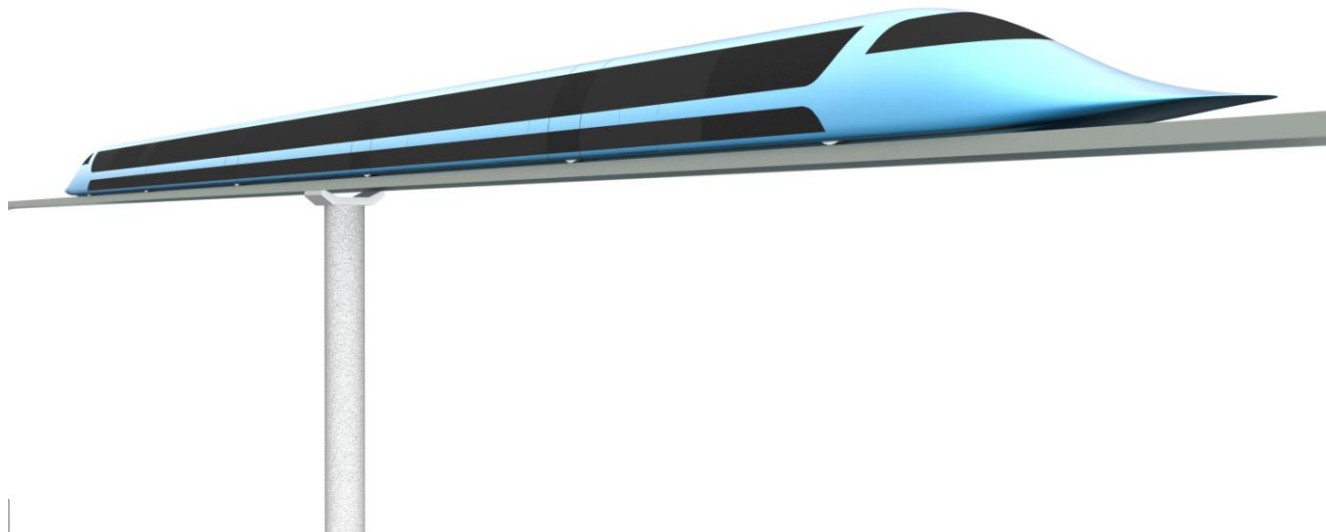
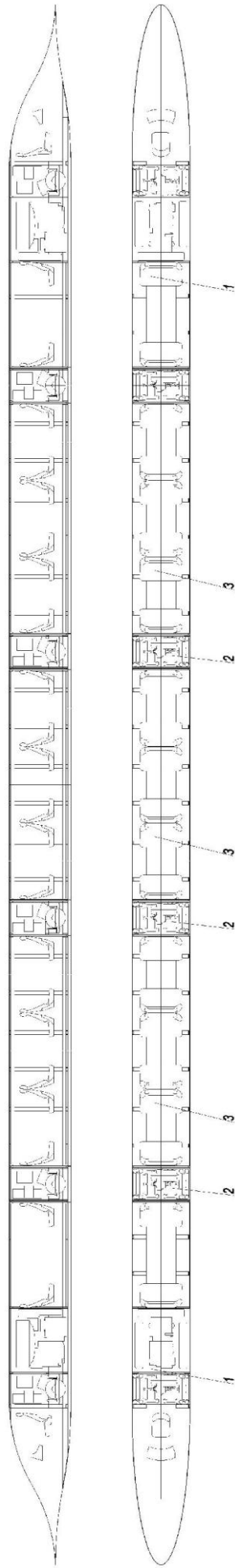


Рис. 4.1. Внешний вид поезда «челночного» исполнения



1. Головной модуль
2. Ходовой модуль
3. Пассажирский модуль

Рис. 4.2. Компоновка поезда «челночного» исполнения

5. Головной разработчик подвижного состава и соисполнители разработки

Головной разработчик — ООО «Струнный транспорт Юницкого», Российская Федерация.

Головной изготовитель – группа предприятий «Дорэлектромаш», Белоруссия.

Соисполнители разработки и поставщики комплектующих систем:

Gummi-Metall-Technik GmbH, Германия;

ООО «Этон», Белоруссия;

Brunel IMG GmbH, Германия

Medcom Sp.zo.o, Польша

ИТЦ МП, Белоруссия;

Gebr. Vode GmbH, Германия;

ООО «Фалькат», Белоруссия;

Chr.Mayr GmbH, Германия;

«Научно-исследовательский институт электрического транспорта» (НИИГЭТ), Российская Федерация.

6. Заключение

5.1. На сегодняшний день наиболее дешевым и проработанным вариантом реализации высокоскоростной транспортной услуги по перевозке пассажиров между городами Сухум и Сочи является вариант дизель-электрического поезда СТЮ «челночного» исполнения.

5.2. Ориентировочная отпускная цена высокоскоростного 44-х местного дизель-электрического поезда СТЮ в единичном производстве (с объемом выпуска до 10 шт. в год) составит 4 234 295 USD. Цена подлежит уточнению после подготовки производства и изготовления опытного образца. В серийном производстве отпускная цена поезда СТЮ может быть снижена в 3—5 раз.

5.3. Удельное энергопотребление высокоскоростного дизель-электрического поезда СТЮ меньше аналогичного параметра высокоскоростного железнодорожного поезда TGV – NG (Франция) примерно в пять раз.

5.4. Электропривод с питанием от контактной сети, как альтернативный вариант привода на сегодняшний день, пока наименее рентабелен вследствие высокой стоимости электрификации путевой структуры. В будущем, при увеличении разницы между стоимостью топлива, используемого в двигателе внутреннего сгорания, и стоимостью электрической энергии, высокоскоростная трасса СТЮ может быть электрифицирована.

Генеральный конструктор СТЮ

А.Э. Юницкий