

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ..... 1

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУЗОВОЙ ЭЛЕКТРОВАЗА С ПОСТОЯННОГО ТОКА С СВЕ-СВС И ДВТД ..... 11

2. ОПЕРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЧАСТКА ВАГУЖА-СЕРДБАНИ ..... 7

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО ПАРКА ПРОВОДНОЙ ЭЛЕКТРОВАЗОВ ..... 9

4. РАСЧЕТ РАСХОДОВ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ..... 10

5. РАСЧЕТ РАСХОДОВ НА РЕМОНТЫ ТЕХНИЧЕСКИЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, ЭКСПЛУАТАЦИЮ И СОДЕРЖАНИЕ СУТМ ..... 12

6. РАСЧЕТ РАСХОДОВ НА ОПЛАТУ ТРУДА РАБОТНИКОВ БРИГАД ..... 14

7. РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ВИЗУАЛЬНОГО ЦИКЛА ЭЛЕКТРОВАЗОВ СВЕ-СВС И ДВТД ..... 15

8. РАСЧЕТ ПОЛЕЗНОГО ЭФФЕКТА И ДИМИТОВОЙ ЦЕНЫ НОВОГО ЭЛЕКТРОВАЗА СВЕ-СВС ..... 19

9. РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИИ ЧИСТОГО ДИДИТОВОГО ДОХОДА И ВНУТРЕННЕЙ ДОЛИ ДОХОДА ..... 21

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ..... 23

## Технико-экономическое обоснование

(на нового восьмиосного грузовой электровоза постоянного тока с асинхронными двигателями СВЕ-СВС)

ООО «Вагоностроительная компания»

Г. Ратиани

Генеральный Директор



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУЗОВЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА СКЕ-СВС И ВЛ10, 11.....	5
2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЧАСТКА БАТУМИ–ГАРДАБАНИ .....	7
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО ПАРКА ПОЕЗДНЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ .....	8
4 РАСЧЕТ РАСХОДОВ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ .....	10
5 РАСЧЕТ РАСХОДОВ НА РЕМОНТЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ, ЭКИПИРОВКУ И СОДЕРЖАНИЕ ПУТИ.....	12
6. РАСЧЕТ РАСХОДОВ НА ОПЛАТУ ТРУДА ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД.....	14
7 РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЭЛЕКТРОВОЗОВ СКЕ-СВС и ВЛ10, 11 . 15	
8 РАСЧЕТ ПОЛЕЗНОГО ЭФФЕКТА И ЛИМИТНОЙ ЦЕНЫ НОВОГО ЭЛЕКТРОВОЗА СКЕ- СВС.....	19
9 РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИИ, ЧИСТОГО ДИСКОНТИРОВАННОГО ДОХОДА И ВНУТРЕННЕЙ ДОЛИ ДОХОДНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВОГО ЭЛЕКТРОВОЗА .....	21
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	24





## ВВЕДЕНИЕ

Целью технико-экономического обоснования (ТЭО) является обоснование использования нового восьмиосного грузовой электровоза постоянного тока с асинхронными двигателями СКЕ-СВС, разработанного «CRC Dalian Locomotive and rolling stock Company. Ltd.» (КНР) на участке Батуми–Гардабани вместо эксплуатирующихся там по сегодняшний день электровозов ВЛ10 и ВЛ11 в двухсекционном исполнении. ТЭО выполнено на основе расчета и последующего сравнения стоимости жизненного цикла (СЖЦ) электровоза СКЕ-СВС и базового (ВЛ10, 11), с помощью которого может быть осуществлен выбор наилучшего варианта освоения перевозок тем или иным локомотивом. Расчет выполнен в соответствии с «Методикой определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта» утвержденной Распоряжением ОАО «РЖД» от 27.12.2007г. №2459р (далее – Методика).

При расчете ТЭО использовались данные по эксплуатации электровозов ВЛ10, 11 на перегоне Батуми–Гардабани Грузинской железной дороги, а также данные, полученные при проведении тягово-энергетического расчета для этого электровоза. Технические характеристики нового локомотива принимались по ТУ и по данным, полученным в результате проведения точного тягово-энергетического расчета.

При расчете ТЭО получены следующие результаты:

- чистый дисконтированный доход от применения электровоза СКЕ-СВС при покупке электровоза по лимитной цене за срок 40 лет составит 8 086 тыс. дол.;
- уровень лимитной цены электровоза СКЕ-СВС при его эксплуатации на участке Батуми–Гардабани составил 20,047 млн. дол.;
- дисконтированный срок окупаемости составляет 6,5 лет,





– стоимость жизненного цикла (СЖЦ) нового электровоза с дисконтированием при его использовании с гружеными поездами массами 3800 и 3300 т в четном и нечетном направлении соответственно, в сравнении с ВЛ10,11 на 8 105 тыс. дол. меньше;

Основные результаты расчета ТЭО сведены в таблицу 1.

Таблица 1– Основные результаты, полученные при расчете ТЭО

Наименование показателей (тыс. дол)	СКЕ-СВС	ВЛ10, 11
Цена электровоза (для нового локомотива – лимитная)	20 047	3 150
Коэффициент увеличения производительности	4,317	-
Среднегодовые эксплуатационные расходы на объем работы одного электровоза, в т.ч.	381,74	1 645.14
- ремонты и ТО	93,79	1 000,49
- электроэнергию	243,39	452,58
- содержание локомотивных бригад	44.56	192,06
- экипировку песком	2,73	Входит в стоимость ТО-2
- содержание пути	1,62	5,46
Экономия годовых эксплуатационных затрат	1 263.40	
Стоимость жизненного цикла с дисконтированием	22 498	30 603
Стоимость жизненного цикла без дисконтирования	35 316	82 263
Полезный эффект	24 588	
Срок окупаемости затрат (лет)	6,5	
Чистый дисконтированный доход (NPV)	8 086	
Внутренняя доля доходности (IRR)	24,22%	





## 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУЗОВЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА СKE-CBC И ВЛ10, 11

Электровоз СKE-CBC, разработанный «CRC Dalian Locomotive and rolling stock Company. Ltd.» является современным локомотивом с асинхронными двигателями и тяговыми преобразователями на основе использования IGBT и имеющий максимальную мощность 8800 кВт. Локомотив соответствует условиям эксплуатации в Грузии, где также возможно наладить выпуск данного электровоза.

Основной экономический эффект от использования электровоза СKE-CBC может быть достигнут за счет инновационных технических решений в конструкции электровоза, обеспечивающих экономию электроэнергии, снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт, а также за счет уменьшения потребного парка локомотивов, за счет большей мощности электровоза СKE-CBC по сравнению с базовым.

Технические характеристики электровоза СKE-CBC и ВЛ10, 11 приведены в таблице 2. Как видно из этой таблицы, новый электровоз имеет значительно большую силу тяги (на 236 кН или 42%) и большую скорость продолжительного режима (на 3,8 км/ч или 7%), что является особенно актуально при использовании электровозов на полигоне со сложным профилем и затяжными подъемами.



Таблица 2 – Технические характеристики электровозов

Наименование показателей	Значение показателей	
	ВЛ10, 11	СКЕ-СВС
Род тока	Постоянный	постоянный
Номинальное напряжение, кВ	3,0	3,0
Формула ходовой части	2(2o-2o)	2(2o-2o)
Масса с 0,7 песка, т	184	200
Сила тяги, кН:		
часового режима	387	-
продолжительного режима	314	550
при трогании	614	760
Скорость, км/ч:		
конструкционная	100	120
часового режима	48,7	-
продолжительного режима	51,2	55
Передаточное отношение зубчатой передачи	88/23 (3,826)	104/21 (4,952)
Мощность электрического рекуперативного тормоза на валах тяговых двигателей, кВт, не менее	4600	8400
Мощность электрического реостатного тормоза, кВт, не менее	Не оборудован	5600
Мощность на валах тяговых двигателей, кВт: продолжительного режима	4 600	8 400
Срок службы электровоза (лет)	33	40





## 2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЧАСТКА БАТУМИ–ГАРДАБАНИ

Для проведения технико-экономического обоснования применения электровоза СКЕ-СВС был выбран участок Батуми–Гардабани (рисунок 1). Этот участок имеет протяженность 385 км и имеет профиль средней сложности. Самым сложным участком профиля является участок Зестафони–Хашури (нечетное направление), имеющим длину 41 км с расчетным подъемом 29‰. Такие характеристики участка вводят значительные ограничения по массе поезда и требуют введения на участке подталкивающих локомотивов.



Рисунок 1 Схема рассматриваемого участка

Суммарный грузооборот на участке, по данным Грузинских железных дорог составляет 14 млн.т.брутто/год, при этом в четном направлении грузооборот составляет 7 823 тыс.т.брутто/год, а в нечетном 6 177 тыс.т.брутто/год. С учетом существующих максимально разрешенных масс поездов (3 500 и 3 000 соответственно), большое количество поездов проводится по четному направлению, которое в расчетах принимается как груженое.





### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО ПАРКА ПОЕЗДНЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ

На первом этапе определения потребного парка электровозов рассчитывалось количество пар поездов  $n_{гр}$  на участке. По данным Грузинских железных дорог, в четном направлении проходит большее количество поездов, следовательно, количество пар поездов будет равняться количеству поездов в данном направлении.

Таким образом, количество пар поездов определяется по формуле:

$$n_{гр} = \frac{\Gamma_{гр} \cdot 10^6}{365 Q_{ср} \gamma},$$

В этой формуле:

$\Gamma_{гр}$  – грузооборот в груженом направлении;

$\gamma$  – коэффициент отношения массы брутто к нетто, принимается равным 1;

$Q_{ср}$  – средний вес поезда. Расчет показал, что электровоз СКЕ-СВС может проходить расчетные подъемы со скоростями продолжительного режима с массами поездов 3800 т в четном и 3300 т в нечетном направлении, при использовании одного электровоза подталкивания на участке Зестафони–Хашури (при этом груженым направлением остается четное).

Таким образом, количество пар поездов составит  $n_{гр} = 5,64$ .

На втором этапе было определено требуемое количество локомотивов, с учетом подталкивания, неисправных локомотивов, неравномерности движения и т.д. Потребный парк электровозов, без учета подталкивания ( $M_n$ ) определялся по формуле:

$$M_n = \frac{K_T K_L}{(1 - \alpha_n) 24} \cdot \left( \frac{2L_p}{v_{уч}} + t_d \right) n_{гр},$$

где:

$K_T$  – коэффициент, учитывающий кратность тяги, принимается равным единице;





$K_n$  – коэффициент, учитывающий неравномерность движения (по данным Грузинских ж.д.  $K_n = 1,15$ );

$L_p$  – длина расчетного участка;

$t_d$  – дополнительное время ожидания (по данным Грузинских ж.д. 7,2 ч);

$\alpha_d$  – доля неисправных локомотивов, определенная с учетом коэффициента готовности и времени простоя на плановых ремонтах за весь срок службы (для электровоза СКЕ-СВС  $\alpha_d = 0,046$ );

$v_{уч}$  – участковая скорость движения, вычисленная с помощью коэффициента участковой скорости  $\beta = 0,9$  и технической скорости, определенной по проведенному тяговому расчету, и которая составила для нового электровоза –  $v_{тех} = 46,9$  км/ч ( $v_{уч} = 42,2$  км/ч).

Таким образом, потребный парк электровозов, без учета подталкивания составит  $M_n = 7,21$  локомотивов.

Далее проводился расчет необходимого количества локомотивов подталкивания. Расчет проводился также, как и для потребного парка, но для расчета парка локомотивов подталкивания, использовался коэффициент кратности тяги  $K_T = 1$  (результаты тяговых расчетов показали необходимость использования одного электровоза подталкивания на участке Зестафони–Хашури) и  $t_d = 1$  ч (по данным Грузинской ж.д.).

Таким образом, количество требуемых электровозов подталкивания составляет для нового электровоза –  $M_n = 1,15$  локомотивов.

Таким образом, общий потребный парк локомотивов составил ВЛ10,11 – 36 локомотивов (по данным Грузинской ж. д.), СКЕ-СВС – 8,35 локомотива. Коэффициент учета роста производительности нового электровоза по сравнению с базовым электровозом представляет собой соотношение потребного парка базовых и новых электровозов и равняется:

$$K_n = M_0 / M_n = 36 / 8,35 = 4,31.$$





#### 4 РАСЧЕТ РАСХОДОВ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Для базового и нового электровозов были выполнены тягово-энергетические расчеты для участка Батуми-Гардабани.

В качестве исходных данных при расчетах используются:

- для локомотивов: тяговые характеристики; сцепной вес; ограничение по сцеплению; тормозные характеристики электрического тормоза в режимах рекуперации и реостатного торможения (при наличии), наличие локомотивов подталкивания;
- для поезда: масса состава; зависимость удельного сопротивления движению состава от скорости; расчетные тормозные коэффициенты для пневматического тормоза вагонов;
- для пути: длина участка; изменение профиля на участке; радиусы и длины кривых; ограничения скорости на участках.

Точность и адекватность проведенных тяговых расчетов подтверждается удовлетворительной сходимостью полученных по результату расчета данных по скорости движения и удельному расходу электроэнергии электровоза ВЛ10,11, с этими данными, предоставленными Грузинской ж.д. в качестве исходных.

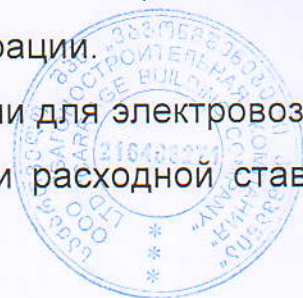
По результатам тяговых расчетов были получены значения удельного расхода с учетом рекуперации, который составил:

для базового электровоза –  $166,98 \text{ кВтч}/10^4 \text{ ткм бр.}$ ;

для нового электровоза –  $89,8 \text{ кВтч}/10^4 \text{ ткм бр.}$

Такая экономия достигается за счет уменьшения новым электровозом удельных затрат электроэнергии на тягу более тяжелых поездов, и значительное удельное количество возвращенной в контактную сеть электроэнергии, что достигается за счет реализации электровозом СКЕ-СВС современной системы рекуперации.

Для определения общих расходов электроэнергии для электровозов на суммарный объем перевозок (14 млн. т. бр.), при расходной ставке





электроэнергии 0,042 дол/кВтч были рассчитаны:

Тонно–километровая работа за 1 год: 5 390 млн. ткм. бр.

Расход электроэнергии на участок обращения в год:

- для базового электровоза – 90 002 тыс. кВт
- для нового электровоза – 48 402 тыс. кВт

Расход на 1 локомотив, кВт:

- для базового электровоза – 2 500 тыс. кВт;
- для нового электровоза – 5 795 тыс. кВт.

Стоимость электроэнергии на 1 локомотив в год:

- для базового электровоза – 105,0 тыс. дол.;
- для нового электровоза – 243,4 тыс. дол.

Стоимость электроэнергии на 1 локомотив базовый, с учетом объема перевозок (коэффициента роста производительности) в год:

- для базового электровоза – 452,58 тыс. дол.;
- для нового электровоза – 243,4 тыс. дол.



## 5 РАСЧЕТ РАСХОДОВ НА РЕМОНТЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ, ЭКИПИРОВКУ И СОДЕРЖАНИЕ ПУТИ

Расчет расходов на техническое обслуживание и ремонт электровозов ВЛ10, 11 и СКЕ-СВС определяется исходя из рассчитанных пробегов за 33 и 40 лет службы соответственно, и составили:

- для базового электровоза – 5825 тыс. км.;
- для нового электровоза – 8295 тыс. км.

Периодичность, стоимость и количество ремонтов за срок службы приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Периодичность выполнения технических  
обслуживаний и ремонтов

Вид ремонта	Пробег, км		Стоимость, тыс.дол.	
	ВЛ10	СКЕ-СВС	ВЛ10	СКЕ-СВС
Капитальный ремонт (КР2, (КР))	2 100 000	2 400 000	720 000	610 756
Средний ремонт (КР1, (СР))	700 000	1 200 000	450 000	290 459
Текущий ремонт (ТР3)	350 000	600 000	54 946	41 861
Текущий ремонт (ТР2)	175 000	400 000	3 200	2 774
Текущий ремонт (ТР1)	25 000	200 000	1 750	1 760
Техническое обслуживание (ТО3)	12 500	100 000	960	1 000
Техническое обслуживание (ТО2)	48ч	10 000	240	152

Таблица 4 – Количество ремонтов за срок службы

Вид ремонта	Количество за срок службы, шт.	
	ВЛ10	СКЕ-СВС
Капитальный ремонт (КР2, (КР))	2	3
Средний ремонт (КР1, (СР))	6	3
Текущий ремонт (ТР3)	8	7
Текущий ремонт (ТР2)	17	14
Текущий ремонт (ТР1)	198	14
Техническое обслуживание (ТО3)	231	41
Техническое обслуживание (ТО2)	6023*	738

\* – Количество ТО2 за весь срок службы (из расчета: через 240 часов в течение 40 лет):  $33 \cdot 365 \cdot 24 / 48 = 6023$ .

Таким образом, расходы на ремонт, на 1 км пробега без учета  
неплановых ремонтов составляет:





- для базового электровоза – 1,14 дол./км;
- для нового электровоза – 0,41 дол./км.

В расчетах расходов на ТО и ремонты для всех электровозов учтены расходы на внеплановые ремонты в размере 57 тыс. дол. для базового электровоза (по данным Грузинской ж.д.) и 5% от общей стоимости ремонтов для нового (по данным разработчиков).

Таким образом, стоимость на обслуживание и ремонт электровозов в год, с учетом коэффициента роста производительности, составляет:

- для базового электровоза – 1 000,49 тыс. дол.;
- для нового электровоза – 93,79 тыс. дол.

Расходы на экипировку песком электровоза СКЕ-СВС вычисляются для стоимости песка, подготовленного для экипировки 19,5 дол./т и среднего расхода песка – 0,675 т/тыс.км.

Таким образом, для рассчитанного среднего годового пробега получим расходы на песок 2,73 тыс. дол. в год для электровоза СКЕ-СВС, для электровоза ВЛ10,11 стоимость экипировки включена в стоимость технического обслуживания.

Расходы на содержание верхнего строения пути вычисляются для расходной ставки на 1 ткм бр., учитывающей долю расходов по текущему содержанию главных путей 0,0039 дол./ткм бр., и весов электровозов:

ВЛ10,11 – 184 т;

СКЕ-СВС – 200 т.

Таким образом, для рассчитанных средних годовых пробегов получим расходы на содержание верхнего строения пути для электровозов за 1 год, с учетом коэффициента производительности:

- для базового электровоза – 5,46 тыс. дол.;
- для нового электровоза – 1,62 тыс. дол.



## 6. РАСЧЕТ РАСХОДОВ НА ОПЛАТУ ТРУДА ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД

Расходы на оплату труда локомотивных бригад определены при стоимости 1 бригадо-часа локомотивной бригады, взятой по данным Грузинской железной дороги и составляющей 5,57 дол., что при годовом фонде рабочего времени 2000 часов, составляет 11 140 дол. в год на одну локомотивную бригаду. Количество бригад на один локомотив для обоих электровозов принимается равное 4,13.

Таким образом, расходы на содержание локомотивных бригад в год на один локомотив, с учетом коэффициента производительности, составят:

- для базового электровоза – 192,06 тыс. дол.;
- для нового электровоза – 44,56 тыс. дол.





## 7 РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЭЛЕКТРОВЗОВОВ СКЕ-СВС и ВЛ10, 11

Стоимость жизненного цикла рассчитана в соответствии с Методикой вычисляется по формуле:

$$СЖЦ = C_{пр} + \sum_{t=1}^T (I_t + \Delta K_t - L_t) \alpha_t,$$

где  $C_{пр}$  – цена приобретения объекта, дол.;

$I_t$  – годовые эксплуатационные расходы, дол.;

$\Delta K_t$  – сопутствующие единовременные затраты, дол.;

$L_t$  – ликвидационная стоимость объекта, дол.;

$T$  – конечный год эксплуатации;

$\alpha_t$  – коэффициент дисконтирования.

Эксплуатационные расходы на электровозы были рассчитаны в п. 4–6, и приведены на рисунке 3, соотношение объемов годовых расходов каждого локомотива приведено на рисунках 4 и 5, график изменения общих годовых расходов с дисконтированием, представлен на рисунках 6 и 7. Рассчитанная за 40 лет стоимость жизненного цикла базового и нового электровозов, приведена на рисунке 6.

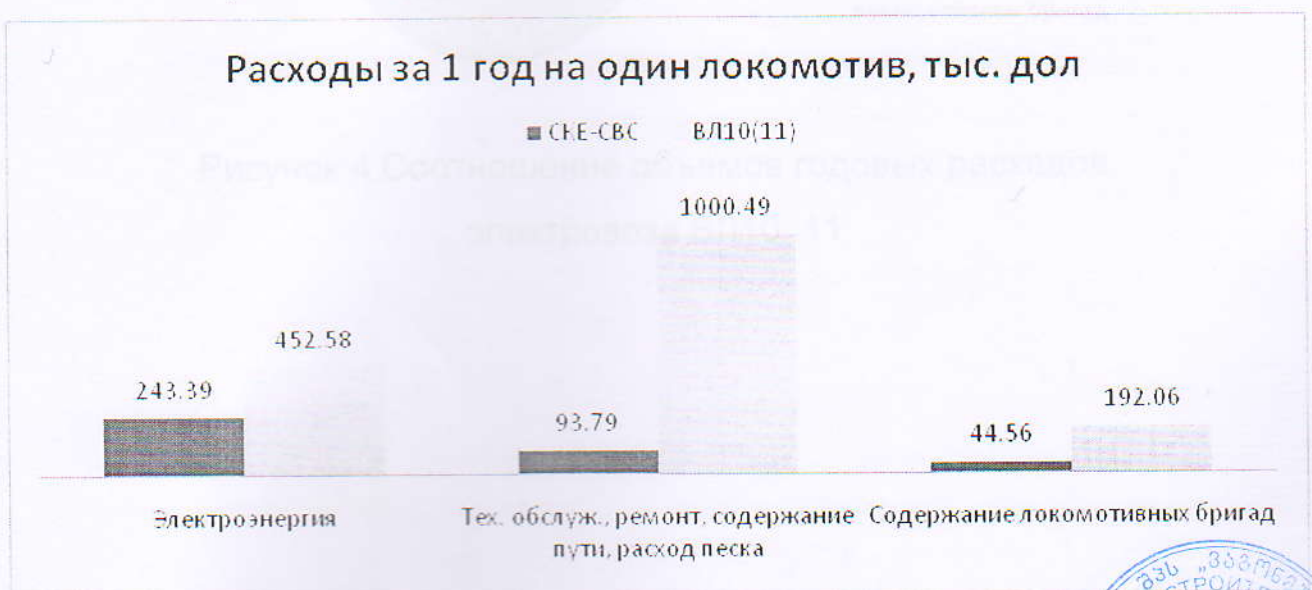


Рисунок 3 Значение годовых эксплуатационных расходов



### Соотношение годовых расходов электровоза СКЕ-СВС

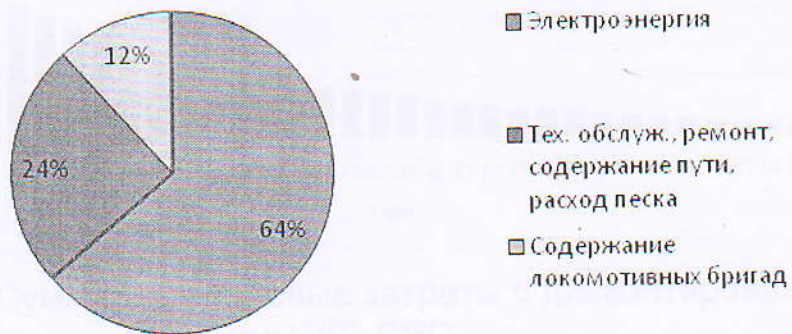


Рисунок 4 Соотношение объемов годовых расходов электровоза СКЕ-СВС

### Соотношение годовых расходов электровоза ВЛ10(11)

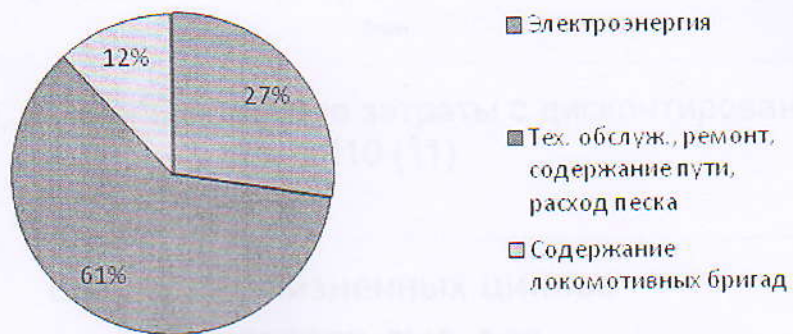


Рисунок 4 Соотношение объемов годовых расходов электровоза ВЛ10, 11







Рисунок 5 Суммарные годовые затраты с дисконтированием для СКЕ-СВС



Рисунок 6 Суммарные годовые затраты с дисконтированием для ВЛ10 (11)

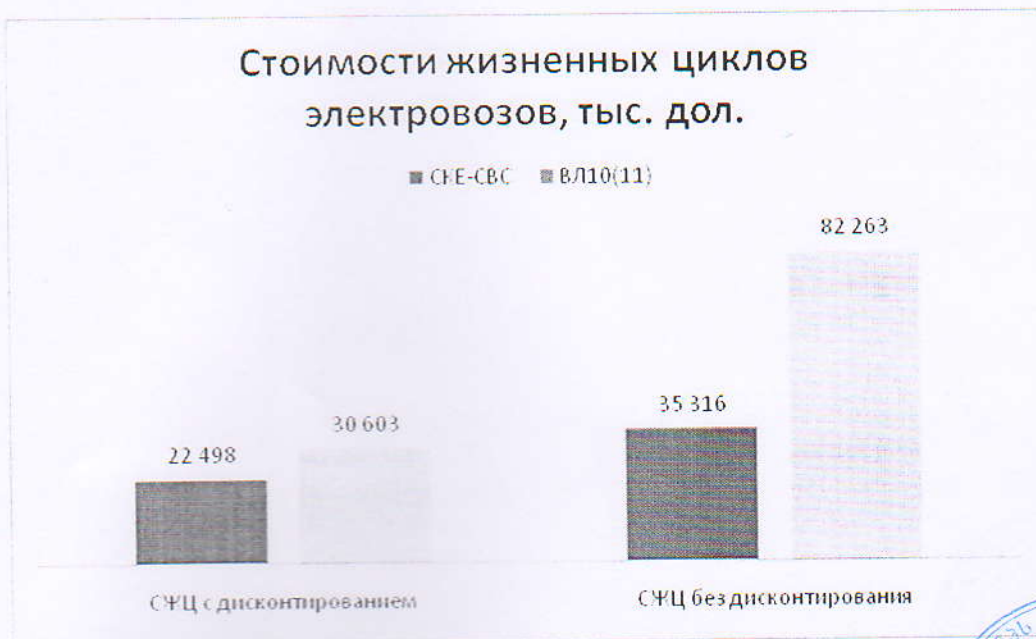


Рисунок 7 Стоимости жизненных циклов электровозов



## РАСЧЕТ ДОЛГЕВНОГО ЭФФЕКТА И ПРИВНТНОЙ ЦЕНЫ

Расчет стоимости жизненного цикла базового и нового электровозов показал, что электровоз СКЕ-СВС за счет улучшенных тяговых и сцепных свойств, лучшей энергоэффективности, а также лучшей ремонтпригодности, на участке Батуми–Гардабани обеспечит снижение затрат жизненного цикла с дисконтированием на  $30,603 - 22,498 = 8,105$  млн. дол. или на 26,48 % в сравнении с базовым электровозом ВЛ10, 11. Снижение затрат жизненного цикла без дисконтирования составило 46,946 млн. дол. или на 57,07% в сравнении с базовым электровозом.

Безопасность эксплуатации составов, надежность и эффективность в стоимостном выражении рассчитывается в соответствии с Методикой.

Положительный эффект от применения нового грузового электровоза СКЕ-СВС рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{ж}} = \sum_{t=1}^n (K_t \cdot X_t - 1) \cdot \text{АСЖЦ} + Z_{\text{ж}} + Z_{\text{ж}}$$

В этой формуле:

$Z_{\text{ж}}$  – цена базового электровоза

$K_t$  – коэффициент учета изменений срока службы нового электровоза по сравнению с базовым, который при норме дисконта 10% и сроках службы 33 и 40 лет соответственно, будет равен:

$$K_t = \frac{1 - 0,1^{33}}{1 - 0,1^{40}} = 1,142$$

$\text{АСЖЦ} = \text{СЖЦ}(\text{новый}) - \text{СЖЦ}(\text{базовый})$  – экономия затрат жизненного цикла

$$\text{АСЖЦ} = \sum_{t=1}^n \Delta C_t + \sum_{t=1}^n \Delta K_t$$

где  $\Delta C_t$  – изменения затрат эксплуатационных издержек потребителя при использовании нового электровоза по сравнению с базовым

$\Delta K_t$  – изменения затрат капитальных потребителя на срок службы при использовании нового электровоза по сравнению с базовым. Поскольку положительный эффект равен





## 8 РАСЧЕТ ПОЛЕЗНОГО ЭФФЕКТА И ЛИМИТНОЙ ЦЕНЫ НОВОГО ЭЛЕКТРОВОЗА СКЕ-СВС

Полезный эффект ( $\mathcal{E}_n$ ) новых локомотивов в потреблении представляет стоимостную оценку изменений их потребительских свойств, оказывающих влияние на показатели производительности, надежности и долговечности, использование рабочей силы, сырья, материалов, электроэнергии, производственных площадей, качество выпускаемых локомотивов, экологические и социальные показатели.

Величина отдельных составляющих полезного эффекта в стоимостном выражении рассчитывается в соответствии с Методикой.

Полезный эффект от применения нового грузового электровоза СКЕ-СВС рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_n = C_0 (K_n K_d - 1) + \Delta CЖЦ' + \mathcal{E}_k + \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_s,$$

В этой формуле:

$C_0$  – цена базового электровоза;

$K_d$  – коэффициент учета изменения срока службы нового электровоза по сравнению с базовым, который при норме дисконта 10% и сроках службы 33 и 40 лет соответственно, будет равен:

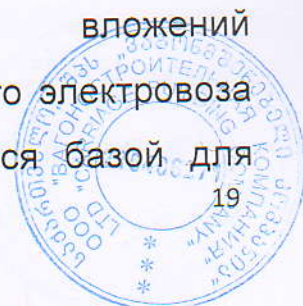
$$K_d = \frac{1/T_1 + E}{1/T_2 + E} = \frac{1/40 + 0,1}{1/33 + 0,1} = 1,042$$

$\Delta CЖЦ' = CЖЦ(\text{новый}) - CЖЦ(\text{базовый})$  – экономия затрат жизненного цикла:

$$\Delta CЖЦ = \sum_{i=1}^T \Delta И' \alpha_i \mp \sum_{i=1}^T \Delta К' \alpha_i,$$

Где:  $\Delta И'$  – изменение годовых эксплуатационных издержек потребителя при использовании нового электровоза по сравнению с базовым;

$\Delta К'$  – изменение сопутствующих капитальных вложений потребителя за срок службы при использовании нового электровоза взамен базового. Поскольку полезный эффект является базой для



расчета предельного уровня цен, в составе единовременных затрат не учитываются затраты на приобретение нового электровоза;

$\mathcal{E}_k, \mathcal{E}_c, \mathcal{E}_s$  - эффекты от изменения качества перевозок, социальный и экологический эффект, в данном расчете не учитывались.

Исходя из этого, величина полезного эффекта от применения нового электровоза по сравнению с базовым составит:

$$\mathcal{E}_n = 3\,150 \cdot (4,31 \cdot 1,042 - 1) + (30,603 - 22,498) = 24\,588 \text{ тыс. дол.}$$

В соответствии с Методикой, уровень лимитной цены рассчитан исходя из полезного эффекта от применения нового грузового электровоза СКЕ-СВС за срок службы, взамен базового по формуле:

$$Ц_{л} = Ц_б \cdot K_M + K_s \cdot \mathcal{E}_n,$$

в этой формуле:

$K_M$  - коэффициент, учитывающий моральный износ базовой техники,  $K_M = 0,9$ ;

$K_s$  - доля эффекта, учитываемая при расчете лимитной цены. Может быть принята на уровне 0,7-0,8. В данном расчете  $K_s$  принят равным 0,7.

Исходя из этого, уровень лимитной (расчетной) цены грузового электровоза СКЕ-СВС составит:

$$Ц_{л} = 3\,150 \cdot 0,9 + 0,7 \cdot 24\,588 = 20\,047 \text{ тыс. дол.}$$





## 9 РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИИ, ЧИСТОГО ДИСКОНТИРОВАННОГО ДОХОДА И ВНУТРЕННЕЙ ДОЛИ ДОХОДНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВОГО ЭЛЕКТРОВОЗА

Интегральный экономический эффект от применения нового электровоза на участке Батуми–Гардабани определяется по условиям его эксплуатации за расчетный период по формуле:

$$\mathcal{E}_T = \sum_{t=1}^T (P_T - Z_T) \alpha_t - \sum_{t=1}^T K_T \alpha_t$$

где  $P_T$  – стоимостная оценка результатов. В данном случае это экономия эксплуатационных расходов от использования в грузовом движении нового электровоза СКЕ-СВС по сравнению с базовым электровозом;

$Z_T$  – затраты, связанные с приобретением нового электровоза СКЕ-СВС и его эксплуатацией;

$K_T$  – единовременные затраты в году  $T$ .

Был выполнен расчет амортизационных отчислений по базовым электровозам и новому электровозу СКЕ-СВС. Амортизация рассчитывалась из условия, что срок амортизации обоих электровозов составляет 28 лет. Таким образом, ежегодные амортизационные отчисления, в течении 28 лет составили:

- для базового электровоза – 485 тыс. дол.;
- для нового электровоза – 716 тыс. дол.

Чистый дисконтированный доход рассчитывается на основе сопоставления денежных потоков, рассчитанных для базового и нового электровозов. В качестве денежных потоков выступают затраты текущего и единовременного характера. Годовой экономический эффект определяется как разность между суммой затрат соответствующего года при использовании базовых электровозов ВЛ10, 11 и СКЕ-СВС с последующим дисконтированием. Расчет чистого дисконтированного





дохода выполнен при цене электровоза СКЕ-СВС на уровне лимитной (расчетной) 20,047 млн. дол.

Одновременно рассчитан срок окупаемости затрат на приобретение нового электровоза, представляющий собой временной интервал, за пределами которого все затраты окупаются результатами. Источником покрытия инвестиционных затрат является величина чистой прибыли, получаемой за счет экономии эксплуатационных расходов.

Сопутствующие единовременные затраты, предназначенные для модернизации ремонтной базы и обучения персонала, по расчетам разработчиков составляют 933,3 тыс. дол., что при пересчете на 45 электровозов, которые планируется закупить Грузинской железной дорогой, составляет 20,74 тыс. дол. на 1 электровоз.

Также при расчете СЖЦ учитывалось, что через 33 года весь парк электровозов ВЛ10 списывается по причине окончания срока службы, и заменяется на парк новых электровозов ВЛ10, 11, которые через 7 лет (на сороковой год) списываются по остаточной цене, которая составляет:

$$Ц_{\text{ост}} = Ц_6 - \frac{7Ц_6}{33} = 10\,697 \text{ тыс. дол.}$$

Таким образом, рассчитанный чистый денежный доход без дисконтирования представлен в виде диаграммы на рисунке 8, а чистый дисконтированный доход (NPV) представлен на рисунке 9. Также графически была определена внутренняя доля доходности (IRR), которая составила IRR=24,22%.







Рисунок 8 – Чистый доход без дисконтирования от использования электровоза СКЕ-СВС



Рисунок 9 – Чистый дисконтированный доход от использования электровоза СКЕ-СВС, и интерпретация срока окупаемости









5. Уровень лимитной цены электровоза СКЕ-СВС, рассчитанный на основе стоимостной оценки улучшения его потребительских свойств, по сравнению с базовым электровозом составил: 20,047 млн. дол.;

6. Срок окупаемости инвестиций, связанных с более высокой стоимостью электровоза СКЕ-СВС составляет 6,5 лет.

7. Чистый дисконтированный доход от использования в эксплуатации электровоза СКЕ-СВС вместо базовых электровозов за срок 40 лет составляет 8,086 млн. дол.

8. При расчете СЖЦ и ЧДД влияние инфляции не учитывалось.

9. При расчетах норма дисконта принималась равной 10%

Наименование	Прогноз, руб		Стартовая, доллар	
	Базис	Прогноз	Базис	Прогноз
Капитальный ремонт (СР)	2 100 000	2 400 000	720 000	840 000
Курский ремонт (СР)	100 000	1 200 000	400 000	480 000
Текущий ремонт (ТР)	150 000	600 000	24 000	96 000
Текущий ремонт (ТР)	170 000	680 000	3 200	12 800
Тех. обл. (СР) (ТР)	15 000	200 000	1 700	4 800
Эксплуатационные расходы (СР)	10 000	100 000	200	800
Эксплуатационные расходы (СР)	400	10 000	200	800



	Новый локомотив	ВЛ10
Грузооборот, млн. т (в четном направлении)	7,82	7,82**
Длина расчетного участка, км.	385,00	385,00
Средняя масса грузового состава, т. В нечетном (четном) направлении	3800,00 (3300)	2696,00 (2 129)
Число пар грузовых поездов в сутки, шт.*	5,64	7,95
Общее время ожидания, ч.	3,60	3,60
Коэффициент участковой скорости	0,90	0,90
Техническая скорость	46,9*	40,31
Участковая скорость	42,21	36,28
Время движения локомотива по участку, ч. (половина оборота)	12,72	14,29
Коэффициент готовности	0,97	0,89
Потребный парк локомотивов, шт. (на линии)	5,85	-
Количество толкачей	1*	1,58
Толкачи (на линии)	0,95	-
Потребный парк локомотивов, шт. (с учетом неисправных и т.д.)	8,35	36
Годовой пробег тыс.	207,38	176,53
Пробег за 40 лет тыс.	8295	5825,62
Стоимость ремонта за 1 км.	0,41	1,17
Удельный расход электроэнергии на перемещение одного поезда в груженом направлении, кВтч/10000 ткм бр.	89,8*	166,98
Масса локомотива	200	186
Средний расход песка т/1000000 км., стоимость песка (19,5 дол./т)	675	-
Время простоя на ремонтах и обслуживании	5500	-

\* - данные получены по результатам тягового расчета

\*\* - В качестве грузооборота для определения числа пар поездов выбрано наиболее загруженное направление

Вид ремонта	Пробег, км		Стоимость, тыс.дол.	
	Вл10	Новый	Вл10	Новый
Капитальный ремонт (КР)	2 100 000	2 400 000	720 000	648 928
Средний ремонт (СР)	700 000	1 200 000	450 000	308 613
Текущий ремонт (ТР3)	350 000	600 000	54 946	44 477
Текущий ремонт (ТР2)	175 000	400 000	3 200	2 947
Текущий ремонт (ТР1)	25 000	200 000	1 750	1 870
Техническое обслуживание (ТО3)	12 500	100 000	960	893
Техническое обслуживание (ТО2)	48ч	10 000	240	162

Ставка налогов на прибыль и на имущество 0%





Наименование показателей (тыс.руб)	Новый локомотив	ВЛ10, 11
Цена электровоза, млн	20 047	3 150
Коэффициент увеличения производительности	381,74	1 645,14
Среднегодовые эксплуатационные расходы на объем работы одного электровоза, в т.ч.	93,79	1 000,49
- ремонты и ТО	243,39	452,58
- электроэнергию	44,56	192,06
- содержание локомотивных бригад	2,73	Входит в стоимость ТО-2
- экипировку песком	1,62	5,46
- содержание пути	1 263,40	
Экономия годовых эксплуатационных затрат	22 498	30 603
Стоимость жизненного цикла с дисконтированием	35 316	82 263
Стоимость жизненного цикла без дисконтирования	24 588	
Полезный эффект	24 588	
Срок окупаемости затрат (лет)	6,5	
Чистый дисконтированный доход (NPV)	8 086	
Внутренняя доля доходности (IRR)	24,22%	

Единовременные расходы (обучение персонала, создание ремонтной базы): 20,74 тыс. дол. на локомотив.

Коэффициент учета изменения срока службы: 1,042

ООО «Вагоностроительная компания»

Г. Ратиани

Генеральный Директор