#### ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «УРАЛЬСКИЕ ЛОКОМОТИВЫ»

Технико-экономическое обоснование замены инвентарного парка локомотивов на участке Грузинской железной дороги на грузовые электровозы постоянного тока 2ЭС10

#### СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Текущее состояние локомотивного парка Грузинской железной дороги и предпосылки для	
замены парка ТПС	4
2. Исходные данные для расчета	7
2.1.Технические параметры локомотивов	7
2.2. Эксплуатационные условия и характеристика участка	11
3. Расчет потребного парка локомотивов для участка Батуми - Гардабани	13
4. Алгоритм и расчет стоимости жизненного цикла	15
4.1. Методика расчета стоимости жизненного цикла	15
4.2. Расчет стоимости жизненного цикла парка локомотивов Грузинской железной дороги и	
нового электровоза 2ЭС10	18
4.3. Расчет полезного эффекта от использования электровоза 2ЭС10	24
4.4. Расчет лимитной цены электровоза 2ЭС10	29
4.5. Расчет стоимости жизненного цикла парка локомотивов для участка Батуми—	
Гардабани	29
5. Расчет технико-экономической эффективности при замещении локомотивного парка	
Грузинской железной дороги на электровозы 2ЭС10	35
Заключение	40
Список использованных источников	42
Придомения	12

#### Введение

Целью данной работы является технико-экономическое обоснование замены существующего локомотивного парка Грузинской железной дороги<sup>1</sup> на грузовые электровозы постоянного тока 2ЭС10 производства ООО «Уральские локомотивы»<sup>2</sup>.

При расчете технико-экономического обоснования использованы следующие методические рекомендации и указания:

- «Методика определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта», утвержденная Распоряжением ОАО «РЖД» от 27.12.2007 г. №2459р;
- «Методические указания по определению технико экономической эффективности новых и усовершенствованных электровозов», утвержденные Зам. министром путей сообщения 17.08.1982г, М., «Транспорт», 1986г.;
- «Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте», утвержденные МПС РФ 31.08.1998г. №В-1024у;
  - Правила тяговых расчетов для поездной работы. М., «Транспорт», 1985.;
- «Методические рекомендации по обоснованию эффективности инноваций на железнодорожном транспорте», утвержденные руководителем Департамента технической политики МПС 26.04.99г. №ЦТехО-11, М., «Транспорт», МПС РФ, 1999г.

Для расчета технико-экономического обоснования использованы:

- «Тяговые расчеты на участке Батуми Гардабани Грузинской железной дороги»;
- Технические и экономические параметры парка локомотивов серии ВЛ10, ВЛ11 и его модификации.

Расчет выполнен в июле 2014 г. и скорректирован в апреле 2017 г. с учетом замечаний, представленных в «Отчете по экспертизе Технико-экономического обоснования замены инвентарного парка локомотивов ГЖД» от ПКБ ЦТ ОАО «РЖД» от 27.06.2016, 13.02.2017, а так же с учетом изменений, внесенных в исходные данные от 14.03.2017<sup>3</sup>.

 $<sup>^{\</sup>prime}\Gamma$ ЖД - государственная транспортная компания, занимающаяся обслуживанием и эксплуатацией железных дорог Грузии.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>ООО «Уральские локомотивы» - предприятие железнодорожного машиностроения, созданное с целью партнерства с крупным международным концерном Siemens AG в области локомотивостроения. Предприятие расположено в Свердловской обл., г. Верхняя Пышма.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Приложение 1-5. Исходные параметры для расчета ТЭО, ОО «ГЖД»

## 1. Текущее состояние локомотивного парка Грузинской железной дороги и предпосылки для замены парка ТПС

Эксплуатация подвижного состава ведется локомотивными депо: Тбилиси-Пассажирский, Тбилиси-Сортировочный, Хашури, Самтредиа, Гурджаани, Кутаиси, Батуми. Среди имеющегося на Грузинской железной дороге тягового подвижного состава преобладают различные электровозы, произведённые Тбилисским электровозостроительным заводом. Имеются локомотивы следующих серий: ВЛ22м, ВЛ8, ВЛ10у, ВЛ11м, 4Е10. На сегодняшний день в грузовом движении активно используются ВЛ10 и ВЛ11 различных модификаций (ВЛ11, ВЛ11.8, магистральные электровозы ВЛ11М). Средний возраст электровозов серии ВЛ10 составляется 35 лет, в основном используются электровозы 1972 – 1977 годов выпуска, по электровозам ВЛ11средний возраст – 27 лет (последние электровозы ВЛ11 выпущены в 1990 году, а основная масса -1986 и 1989 годов выпуска). На рисунке 1 представлена сравнительная диаграмма фактического среднего возраста парка электровозов и предельного срока службы.



Рисунок 1 – Диаграмма сравнения сроков службы используемого ТПС

Таким образом, электровозы ВЛ10 на сегодняшний день вышли за пределы срока эксплуатации, а для электровозов ВЛ11 остаточный срок службы составляет в среднем 5 лет (данный период является оптимальным для ритмичного процесса замены парка).

В качестве расчетного определён участок между станциями Батуми (грузовой порт) и Гардабани (граничная станция с Азербайджаном). На рисунке 2 представлена схема расчетного участка Грузинской железной дороги. Участок длиной 385 км. имеет профиль

средней сложности (средняя величина уклонов 5-8‰, максимальные уклоны до 13‰ небольшой протяженности), исключением является участок железной дороги между станциями Зестафони — Хашури (Сурамский перевал, схематично показан на рисунке 2), подъемы на котором достигают 29‰ в нечетном направлении.

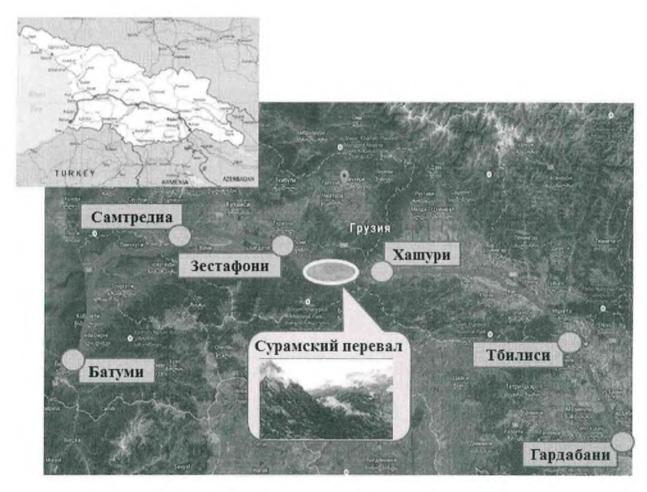


Рисунок 2 – Схема расчетного участка Грузинской железной дороги

В связи с чрезвычайно сложным профилем пути, Сурамский перевал является лимитирующим отрезком пути на всем участке дороги. В обоих направлениях (четное, нечетное) используются вспомогательные локомотивы в качестве толкачей. Средняя масса груженого поезда в четном направлении 2696 тонн (весовая норма – 3500 тонн с двумя электровозами ВЛ10 (ВЛ11)), в нечетном – 2129 тонн (весовая норма - 3000 тонн с тремя электровозами ВЛ10 (ВЛ11)). Для общего представления, на рисунке 2.1 представлен участок железной дороги Сурамского перевала (Ципа - Молити).



Рисунок 2.1 – Участок Ципа - Молити

К основным предпосылкам обновления парка электровозов Грузинской железной дороги относятся:

- необходимость замены локомотивного парка, выработавшего свой ресурс;
- несоответствие технических параметров электровозов серии ВЛ10 и ВЛ11 для перевозки грузов на отдельных участках без использования подталкивающих локомотивов (или снижения количества толкачей);
- повышение средних технической и участковой скоростей без снижения весовых норм на лимитирующих отрезках пути;
- снижение потребного парка электровозов и повышения экономической эффективности за счет снижения стоимости жизненного цикла электровозов новой серии в сравнении с используемыми.

Для осуществления замены электровозов с истекшим сроком службы, а также, для повышения эффективности перевозки грузов за счет снижения времени оборота локомотивов без снижения весовых норм поездов, необходимо приобретение современных магистральных электровозов.

#### 2. Исходные данные для расчета

Расчет технико — экономического обоснования замены инвентарного парка локомотивов Грузинской железной дороги на грузовые электровозы постоянного тока 2ЭС10 с асинхронным тяговым приводом произведен методом сопоставления стоимости жизненного цикла нового электровоза 2ЭС10 и расходов по эксплуатации и содержанию в исправном состоянии электровозов ВЛ10, ВЛ11 существующего локомотивного парка. Расчет выполнен для действующего полигона обращения Батуми - Гардабани.

#### 2.1. Технические параметры локомотивов

Электровоз ВЛ10 (рисунок 3) - магистральный грузопассажирский электровоз постоянного тока, выпускавшийся Тбилисским и Новочеркасским электровозостроительными заводами с 1961 по 1977 годы. Был создан с использованием части электрооборудования электровозов серии ВЛ8, по механической части унифицирован с электровозами серии ВЛ80. Послужил основой для электровозов ВЛ11. С середины 1960-х основной грузовой локомотив на линиях постоянного тока. Самая массовая модель в модельном ряду НЭВЗ и ТЭВЗ из локомотивов постоянного тока.



Рисунок 3 - Общий вид электровоза ВЛ10

Электровоз ВЛ11 (модификации ВЛ11.8, ВЛ11М) - советский грузовой магистральный электровоз постоянного тока, выпускавшийся с 1975 по 2008 год. Электровоз разработан на базе ВЛ10, но с незначительно увеличенной мощностью и доработкой конструкции. Так же в распоряжении Грузинской железной дороги имеются модифицированные серии электровоза ВЛ11, такие как ВЛ11.8 (отличались изменёнными электрическими схемами и не могли работать совместно с серией ВЛ11, всего выпущено 259 единиц) и ВЛ11М (основное отличие модернизированных электровозов серии ВЛ11М состоит в возможности полноценной, с переходами без сброса контроллера на ноль, работы на трёх соединениях тяговых электродвигателей, независимо от числа секций). Общий вид электровоза ВЛ11 представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Магистральный грузовой электровоз ВЛ11

Электровоз 2ЭС10 (рисунок 5) — грузовой двухсекционный восьмиосный магистральный электровоз постоянного тока с асинхронным тяговым приводом. В базовую платформу электровоза 2ЭС10 интегрированы разработки компании SIEMENS АG. Предусмотрена возможность работы электровоза по системе многих единиц, а также автономная работа одной секции электровоза.

#### Основные отличия электровоза 29С10

■ Интегрированный асинхронный тяговый привод SIEMENS AG на основе тяговых преобразователей с транзисторными модулями IGBT, обеспечивающими увеличение межремонтных пробегов, повышение мощности электровоза и силы тяги.

- Усовершенствованная система бортовой диагностики с передачей данных по выделенному радиоканалу на сервера центра управления перевозками.
- Система автоматического ведения поезда по заданному параметру перегонного времени хода с постоянным отслеживанием координат локомотива в пространстве с помощью систем GPS/ГЛОНАСС.
- Модульная кабина нового образца с улучшенными эргономическими и гигиеническими параметрами.
  - Применение современной энергосберегающей светотехники (светодиодов).
- Модульное расположение оборудования, высокая надежность и ремонтопригодность.
- Наличие системы рекуперации, повышающей энергоэффективность электровоза, а так же возможность применения реостатного торможения на участках, где в системе энергоснабжения отсутствуют инверторы обратного тягового тока.



Рисунок 5 - Электровоз 2ЭС10

Технические параметры сравниваемых электровозов приведены в таблице 1 и приняты:

- по электровозам ВЛ10, ВЛ11 (ВЛ11.8, ВЛ11М) в соответствии с техническими характеристиками, представленными специалистами Грузинской железной дороги;
- по электровозу 29C10 в соответствии с техническими условиями 29C10.00.000.000 ТУ с учетом извещения 29C10.79-2016.

Таблица 1 - Технические параметры электровозов

	Единица	Значение параметра		
Наименование параметра	измерения	ВЛ10 (ВЛ11)	29C10	
Осевая формула	-	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	
Номинальная нагрузка от колесной пары на рельсы	кН (тс)	225 (23)	245 (25)	
Масса электровоза с 0,67 запаса песка	Т	184	200	
Мощность на валах тяговых электродвигателей (ТЭД): - максимальная, не меньше - в часовом режиме, не меньше - в продолжительном режиме, не меньше	кВт	5360 4600	8800 - 8400	
Номинальное напряжение (род тока постоянный)	кВ	3,0	3,0	
Сила тяги: - в часовом режиме, не меньше - в продолжительном режиме, не меньше - при трогании с места	кН	387 314 -	- 538 784	
Скорость: - конструкциопная, не меньше - в часовом режиме, не меньше - в продолжительном режиме, не	км/ч	100 48,7	120	
меньше КПД в продолжительном режиме, не меньше	%	51,2 86	55-120 87,5	
Диаметр колеса по кругу катания при новых бандажах	MM.	1250	1250	
Минимальный радиус кривых при следовании со скоростью до 10 км/ч	М.	125	125	
Мощность электрического рекуперативного тормоза на валах тяговых двигателей, не менее	кВт	-	8400	
Мощность электрического реостатного тормоза, не менее	кВт	-	5600	
Наличие системы лубрикации	-	нет	есть	
Срок службы	год	33	40	

Данные по периодичности выполнения технических обслуживаний и ремонтам представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Периодичность выполнения технических обслуживаний и ремонтов

Pur pavoura	Период между ТО и ремонтами				
Вид ремонта	ВЛ10	29C10			
Капитальный ремонт (КР2)	12 лет	2 100 000 км.	3 200 000 км.		
Средний ремонт (КР1)	6 лет	700 000 км.	1600 000 км.		
Текущий ремонт (ТР3)	3 года	350 000 км.	800 000 км.		
Текущий ремонт (ТР2)	1,5 года	175 000 км.	400 000 км.		
Текущий ремонт (ТР1)	2 года	25 000 км.	200 000 км.		
Техническое обслуживание (TO3)	1 год	12 500 км.	-		
Техническое обслуживание (TO2)	Не боле	20 000 км.			

#### 2.2. Эксплуатационные условия и характеристика участка

По участку Батуми – Тбилиси – Гардабани Грузинской железной дороги (принимаем от Батуми до Гардабани – нечетное направление, в обратную сторону - четное) обеспечивается грузооборот в объеме до 14 млн. тонн в год. Длина участка, в каждом направлении, составляет около 385 км. Данный участок дороги характеризуется умеренной грузонапряжённостью и профилем пути средней сложности. Лимитирующим перегоном является Марелиси - Лихи с руководящим уклоном до 29% в нечетном направлении. Существующие эксплуатационные условия на вышеуказанном перегоне при действующем парке локомотивного хозяйства Грузинской железной дороги приводит к необходимости увеличения количества локомотивов (при использовании их в качестве подталкивающей тяги) и, соответственно, росту расходов на их содержание.

Результаты тягового расчета свидетельствуют о возможности осуществления вождения поездов массой 4 100 т. в четном и 2 300 т. в нечетном направлении одним электровозом 2ЭС10 в двухсекционном исполнении. Кроме того, теоретически так же возможно использование одного электровоза 2ЭС10 в двухсекционном исполнении для вождения поездов массой 6 200 т. в четном и 3 500 т. в нечетном направлении, но на лимитирующем участке Хашури - Харагаули (перегон Марелиси – Лихи) необходимо использовать 1 электровоз ВЛ10 (ВЛ11) в качестве подталкивающего локомотива.

В данном расчете рассматривается вариант использования электровоза 2ЭС10 в двухсекционном исполнении для вождения поездов массой 4100 т. в четном и 2300 т. в нечетном направлении.

В соответствии с проведенными теоретическими тяговыми расчетами, в таблице 3 представлена сводная информация по составностям тяговых единиц в зависимости от массы поезда на перегоне Марелиси – Лихи.

Таблица 3 – Требуемые тяговые единицы

Показатель	Направление	Значение	Тяговая единица		
показатель	Направление Значение		29C10	ВЛ10 (ВЛ11)	
Среднестатистическая масса	четное	2696	1	1 + 1 толкач	
поезда, тонн	нечетное	2129	1	1 + 2 толкача	
Установленная весовая	четное	3500	-	1 + 1 толкач	
норма поезда, тонн	нечетное	3000	-	1 + 2 толкача	
Расчетная весовая норма	четное	4100	1	-	
поезда, тонн	нечетное	2300	1	-	
Расчетная перспективная	четное	6200	і+і толкач	-	
весовая норма поезда, тонн	нечетное	3500	1+1 толкач	_	

# 3. Расчет потребного парка локомотивов для участка Батуми - Гардабани

Расчет потребного парка локомотивов для участка Батуми - Гардабани выполнен на основании расчетной формулы<sup>4</sup>:

$$M_{n} = \frac{K_{m} \times K_{n}}{(1 - \alpha_{n}) \times 24} \times (\frac{2 \times L_{p}}{V_{yq}} + t_{n}) \times n_{p}$$

где  $K_m$  - коэффициент, учитывающий кратность тяги;

 $K_n$  - коэффициент, учитывающий неравномерность движения;

 $\alpha_n$  - доля неисправных локомотивов, зависящая от величины межремонтных пробегов, времени простоя локомотива на плановых и внеплановых ремонтах;

 $L_p$  - длина расчетного участка;

 $V_{yy}$ - участковая скорость;

 $t_{\scriptscriptstyle A}$  - среднее время простоя;

 $n_{\it гp}$ . - число поездов в груженом направлении, пар поездов в сутки.

Число поездов в груженом направлении определяется по формуле:

$$n_{p} = \frac{\Gamma_{p} \times 10^6}{365 \times Q_{p} \times \gamma}$$

где  $\Gamma_{\it гp}$ - объем перевозок в груженом направлении, млн.т;

365 - количество дней в году;

 $Q_{cp}$ - средний вес поезда, т;

у-соотношение массы поезда нетто к массе брутто.

Число поездов в груженом направлении в парах поездов в сутки для 2ЭС10 составит:

$$n_{ep23C10} = \frac{14 \times 10^6}{365 \times ((4100 + 2300)/2) \times 1} = 12$$

Потребный парк 2ЭС10 для участка Батуми - Гардабани составит в локомотивах:

$$M_{\text{\tiny H(23C10)}} = \frac{1 \times 1,15}{(1-0,04) \times 24} \times (\frac{2 \times 385}{36,28} + 7,2) \times 12 = 17$$

Результаты расчета потребного парка 2ЭС10 представлены в таблице 4.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Приложение №2 «Методика определения стоимости жизненного цикла и лимитиой цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта», утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 27.12.2007 г. №2459р.

Таблица 4 – потребный парк локомотивов 2ЭС10 для участка Батуми – Гардабани

Наименование показателя	Значение показателя
Коэффициент, учитывающий неравномерность движения	1,15
Коэффициент, учитывающий кратность тяги	1,00
Доля неисправных локомотивов, зависящая от величины межремонтных пробегов, времени простоя локомотива на плановых и внеплановых ремонтах	0,04
Длина расчетного участка в км.	385
Длина расчетного участка в км. (туда, обратно)	770
Участковая скорость, км/ч	36,28
Среднее время простоя, ч.	7,2
Объем перевозок в груженом направлении, т.	14 000 000
Количество дней в году	365
Средний вес поезда, т.	3 200
Соотношение массы поезда нетто к массе брутто	1,00
Итого потребный парк	17

Коэффициент учета роста производительности нового электровоза 2ЭС10 по сравнению с базовым электровозом в целом на участке представляет собой соотношение потребного парка базовых и новых электровозов при выполнении одинаковой перевозочной работы:

$$K_{\rm H} = M_{\rm 0} / M_{\rm H}$$

 $K_0 = 36/17 = 2{,}118$ 

#### 4. Алгоритм и расчет стоимости жизненного цикла

В настоящее время потребители продукции сложных технических систем все чаще обращаются к новым подходам в определении стоимости приобретаемой продукции. В рамках этого подхода введено определение стоимости жизненного цикла (СЖЦ) — как совокупных издержек потребителя на приобретение техники и ее использование в течение срока службы.

#### 4.1. Методика расчета стоимости жизненного цикла

В качестве основы для расчета технико-экономического обоснования использованы "Методические указания по определению технико-экономической эффективности новых и усовершенствованных электровозов", Москва, ВНИИЖТ, Транспорт, 1986 г. а так же "Методика определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта", утвержденная Распоряжением ОАО "РЖД" 27.12.2007 года, № 2459р.

В расчете, согласно методикам, учитываются следующие показатели и факторы:

- 1. Капитальные вложения в промышленность (единовременные затраты, определяющие стоимость изготовления электровозов), капитальные вложения в предприятия—изготовители, капитальные вложения в научно-исследовательские работы, капитальные вложения в смежные предприятия;
- 2. Эксплуатационные и тягово-энергетические показатели электровозов: масса электровозов, ходовая скорость, расход энергии, грузооборот, техническая и участковая скорости движения, участки обращения, длина плеч работы локомотивных бригад, потребный парк электровозов, потребное количество составов, годовой пробег электровозного парка, производительность электровозов, экологические характеристики;
- 3. Экономические показатели электровозов (текущие издержки), зависящие от типа электровозов:
  - 3.1. Эксплуатационные расходы:
  - 3.1.1 затраты на энергию;
- 3.1.2 затраты на экипировку и смазку, быстроизнашиваемые запасные части и материалы;
  - 3.1.3 расходы на ремонт электровозов;
  - 3.1.4 расходы на содержание локомотивных бригад;

- 3.1.5 расходы на ремонт и амортизацию вагонов;
- 3.1.6 расходы на текущее содержание и амортизацию верхнего строения пути;
- 3.1.7 расходы на текущее содержание и амортизацию станционных путей.
- 3.2. Капитальные вложения (единовременные расходы) на железнодорожном транспорте, зависящие от типа электровозов:
  - 3.2.1 капитальные вложения в парк электровозов;
  - 3.2.2 капитальные вложения в парк вагонов;
  - 3.2.3 капитальные вложения в путевое развитие станций:
  - 3.2.4 капитальные вложения в реконструкцию депо;
  - 3.2.5 капитальные вложения в утилизацию.

В методике предусмотрена возможность приведения будущих затрат к настоящему моменту времени (дисконтирование). Таким образом, стоимость жизненного цикла (СЖЦ) подвижного состава включает в себя затраты единовременного и текущего характера за срок полезного использования. Кроме того, учитываются ликвидационные расходы, связанные с исключением объекта из эксплуатации. В методике предусмотрен расчет срока окупаемости (периода возврата) единовременных затрат.

Технические средства имеют шесть стадий жизненного цикла:

- 1. выработка концепций и определений;
- 2. опытно-конструкторские работы;
- 3. изготовление технического средства;
- 4. внедрение технического средства в эксплуатацию с проведением комплекса мер по обучению персонала, дооснащение технической базы;
  - 5. эксплуатация и техническое обслуживание;
  - 6. изъятие (утилизация).

Для потребителя затраты первых четырех стадий опосредованно выражены в цене приобретения изделия.

Общая стоимость жизненного цикла (всех шести стадий) изделия разделяется на две основные части:

- 1. затраты, связанные с приобретением изделия;
- 2. затраты, связанные с владением и утилизацией.

Стоимость жизненного цикла для подвижного состава определяется по формуле:

СЖЦ = 
$$\coprod_{np} + \sum_{t=1}^{T} (\mathbf{M}_t + \Delta \mathbf{K}_t - \mathbf{J}_t) \times \mathbf{K}_t$$

где Цпр - цена приобретения объекта, руб.;

 $И_{1}$ - годовые эксплуатационные расходы, руб.;

 $\Delta K_{l}$ - сопутствующие единовременные затраты, руб.;

 $\Pi_{l}$  - ликвидационная стоимость объекта, руб.;

Т - конечный год эксплуатации, установленный ТТ, ТЗ, ТУ;

αι- коэффициент дисконтирования.

Коэффициент дисконтирования для постоянной нормы дисконта определяется из выражения:

$$\propto_t = (1 + E)^{-t}$$

где t – шаг расчетного периода (t = 0, 1, 2...T);

Т – горизонт расчета (продолжительность жизненного цикла);

Е – норма дисконта. Е=0,1 (по данным Грузинской ж.д.).

$$\alpha_1 = (1+0.1)^{-1} = 0.90909$$

$$\alpha_2 = (1+0.1)^{-2} = 0.82645$$
 и т.д. до  $\alpha_{40} = (1+0.1)^{-40} = 0.02209$ 

Расчет годовых текущих расходов ( $И_t$ ), необходимых для формирования СЖЦ, выполняют по статьям затрат, зависящих от типа локомотива:

- 1. энергоресурсы;
- 2. содержание эксплуатационного персонала;
- 3. экипировочные материалы;
- 4. техническое обслуживание, текущие, капитальные и внеплановые ремонты;
- 5. эксплуатационные расходы на содержание пути в связи с изменением массы локомотива и состава;
  - 6. прочие расходы.

Расходы на энергоресурсы — электроэнергию, являются основной составляющей годовых эксплуатационных расходов для тягового подвижного состава. Эти издержки включают в себя плату за использование электроэнергии в поездной и вне поездной работе, а также для обогрева тягового подвижного состава при его «отстое», для вентиляции локомотивного оборудования и прочие аналогичные расходы.

В составе годовых эксплуатационных расходов на содержание эксплуатационного персонала учитываются затраты на оплату труда работников локомотивных бригад, локомотивных депо, пунктов экипировки, и др. с учетом отчислений на социальные нужды и оплаты районных надбавок. К расходам на экипировку подвижного состава относят затраты на приобретение и подготовку смазки, воды, песка, используемого для повышения сцепления колес с рельсами и т.д.

Расходы на техническое обслуживание регламентированы видами ремонта и их периодичностью. При определении величины сопутствующих единовременных расходов выделяют группу сопутствующих затрат, к ним относят:

- 1. затраты на обучение персонала;
- 2. затраты на дополнительное оборудование (приобретение испытательных и диагностических комплексов, поверочной аппаратуры, специального инструмента);
- 3. увеличение протяженности деповских станционных путей (при повышении весовых норм составов);
  - 4. дополнительные инвестиции в необходимый вагонный парк;
- 5. прочие расходы. Ликвидационная стоимость, рассчитываемая на конечной стадии эксплуатации подвижного состава (по истечении 33-40 лет), с учетом дисконтирования является достаточно малой величиной и при определении СЖЦ, как правило, не учитывается.

## 4.2. Расчет стоимости жизненного цикла парка локомотивов Грузинской железной дороги и нового электровоза 2ЭС10

В данной работе, при расчете эксплуатационных расходов, как основополагающего показателя СЖЦ, учтены затраты только по изменяющимся статьям, зависящим от типа используемого локомотива. Данный расчет произведен по расходам на: электрическую энергию; техническое обслуживание и ремонт; содержание локомотивных бригад; содержание верхнего строения пути.

#### Расчет расходов на электрическую энергию

Расход электроэнергии на тягу поездов на расчетном участке определен на основании теоретических тяговых расчетов, произведенных на базе входных данных от Грузинской железной дороги. Результаты тягового расчета представлены в таблице 5.

Годовые расходы на электроэнергию локомотивами определены по формуле:

$$M_{\rm PM} = e_{\rm PM} \times g_{\rm PM} \times Q_{\rm coct} \times L_{\rm rom}$$
,

где е, – стоимость электроэнергии, \$/кВт-ч;

 $g_{yz}$  – удельный расход электроэнергии, кВт-ч/ $10^4$ т км бр.;

 $Q_{coct}$  – масса поезда, т.;

 $L_{ron}$  – среднегодовой пробег электровозов, км.

В соответствии с исходными данными, предоставленными Грузинской ж.д., среднегодовой пробег парка локомотивов ВЛ10 (ВЛ11) 8 543 556 км. Соответственно, среднегодовой пробег одного локомотива ВЛ10 (ВЛ11) составит 237 321 км.

Годовые расходы на электроэнергию составят в расчете на один электровоз:

- для электровоза ВЛ10(ВЛ11)

 $И_{\text{годВЛ10(ВЛ11)}} = 0,042 \times 166,98 \times 10^{-4} \times 2\,412,5 \times 237\,321 = 402$ тыс. \$/год для электровоза ВЛ10(ВЛ11) в расчете на объем перевозок нового локомотива

 $\mathcal{U}_{\text{годВЛП0(ВЛП1)}} = 402 \times 2{,}118 = 851 \text{ тыс. } \$/\text{год}$ 

- для электровоза 2ЭС10

 $M_{\text{год2} \text{ЭС10}} = 0.042 \times 97.20 \times 10^{-4} \times 3\ 200 \times 237\ 321 = 310\ \text{тыс.}\ \$/\text{год}$ 

Годовые расходы на электроэнергию составят в расчете на потребный парк:

- для электровоза  $29C10 310 \times 17 = 5270$  тыс. \$/rод

- для электровоза ВЛ10(ВЛ11)  $402 \times 36 = 14472$  тыс. \$/год

Результаты расчета приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Результаты тягового расчета

Наименование показателя	Электровозь	Ы
Паименование показателя	ВЛ10 (ВЛ11)	29C10
Удельный расход электроэнергии (с учетом рекуперации), кВтч/10000 ткм бр.	166,98	97,20
Стоимость 1 кВтч электроэнергии,\$/кВт-ч	0,042	0,042
Средняя масса состава, т.	2 413	3 200
Годовой пробег локомотива, км./год	237 321	237 321
Затраты на электроэнергию в год на один локомотив, тыс. \$/год	402	310
Затраты на электроэнергию в год на один локомотив в расчете на объем перевозок нового электровоза, тыс.\$/год	851	310
Потребный парк локомотивов, ед.	36	17
Затраты на электроэнергию в год на парк поездов, тыс.\$/год	14 472	5 270

Экономия годовых эксплуатационных расходов на электроэнергию в расчете на потребный парк локомотив составит 9 202 тыс. долларов.

Расчет расходов на техническое обслуживание и ремонт определяется исходя из пробегов электровозов между соответствующими видами ремонтов (таблица 2), количества ремонтов за срок службы (таблица 6) и стоимости ремонтов. Количество

ремонтов электровоза 2ЭС10 рассчитано, исходя из среднегодового пробега 237 321 км. Результаты расчетов годовых эксплуатационных расходов на техническое обслуживание и ремонт представлены в таблице 7.

Таблица 6 - Количество ремонтов за срок службы электровозов ВЛ10(ВЛ11) и 2ЭС10

D	Количество за срок службы, шт.			
Вид ремонта	ВЛ10 (ВЛ11) <sup>5</sup>	29C10		
Капитальный ремонт (КР2)	2	2		
Средний ремонт (КР1)	3	3		
Текущий ремонт (ТР3)	5	6		
Текущий ремонт (ТР2)	11	12		
Текущий ремонт (ТР1)	177	24		
Техническое обслуживание (ТОЗ)	198	0		
Техническое обслуживание (ТО2)	5626	415		

Таблица 7 - Расходы на ТО и ремонты электровозов ВЛ10(ВЛ11) и 2ЭС10

Наименование показателя	Значение пов	казателя
паименование показателя	ВЛ10 (ВЛ11)	29C10
Расходы на ТО и ремонт одного локомотива, тыс\$/год	207	259
Расходы на ТО и ремонт одного локомотива в расчете на объем перевозок нового локомотива, тыс\$/год	438	259
Потребный парк	36	17
Среднегодовые затраты на текущие ремонты и техническое обслуживание в расчете на парк локомотивов, тыс.\$/год	7452	4 403

Техническое обслуживание и ремонты по электровозам 2ЭС10 рассчитаны согласно техническим условиями с учетом извещения ЭС10.79-2016 и включают затраты на экипировку, планово-предупредительное обслуживание и ремонты, направленные на устранение отказов и недостатков локомотивов. В структуру затрат входят расходы: на основные материалы и запасные части, заработную плату производственных рабочих с учетом отчислений по социальному налогу; накладные расходы с учетом содействия ГЖД в части безвозмездного предоставления производственных мощностей с необходимой

<sup>5</sup> По данным ГЖД

инфраструктурой, административных помещений, услуг по транспортировке локомотивов, маневровым работам, связи, санитарно-бытовых услуг. Накладные расходы могут быть скорректированы в зависимости от условий оказания содействия со стороны ГЖД. Расходы рассчитаны в долларах по средневзвешенному курсу доллара за 3 мес. 2017г. 58,7253 руб.

Расходы на устранение последствий аварийных ситуаций, ненадлежащей эксплуатации локомотивов, актов вандализма, обстоятельств непреодолимой силы, форсмажорных событий, повреждений железнодорожной инфраструктуры, доукомплектование локомотивов и т. д, а также оказание помощи в связи с модификацией локомотива, проведение работ по внешней и внутренней очистке локомотива в расчет не включены.

Данные по расходам на TO и ремонты по парку локомотивов ВЛ10, ВЛ11приняты в соответствии с данными, представленными Грузинской железной дорогой.

<u>Экономия годовых эксплуатационных расходов на техническое обслуживание и ремонт в расчете на парк локомотив составит 3 049 тыс. долларов.</u>

Расходы на оплату труда локомотивных бригад определены с учетом числа локомотивных бригад, обслуживающих 1 электровоз, годового фонда рабочего времени и количества локомотивов в эксплуатации. Исходные данные для расчета приняты по данным, предоставленным специалистами Грузинской железной дороги.

Расчет расходов на оплату труда локомотивных бригад выполнен по формуле:

$$M_{6p} = e_{6p} \times n_{6p} \times T_{rog}$$

где  $e_{\delta p}$  – стоимость бригадо-часа локомотивной бригады с учетом ЕСН, \$;

 $n_{\delta p}$  — число локомотивных бригад, обслуживающих 1 электровоз с учетом больничных и отпусков;

 $T_{\text{гол}}$  – годовой фонд рабочего времени 1 бригады, час.

Среднегодовые расходы на оплату труда локомотивных бригад составят (в расчете на один локомотив):

- для ВЛ10 (ВЛ11)

 $M_{\text{брВЛ10(ВЛ11)}} = 5,57 \times 4,13 \times 2055 = 47 \text{ тыс. }$ 

для ВЛ10 (ВЛ11) в расчете на объем перевозок нового локомотива

 $\mathsf{M}_{\mathsf{брВJH0(BJH1)}} = 47 \times 2,118 = 100 \text{ тыс. }$ 

- для 2ЭС10

$$M_{\text{бр2} \text{ЭС10}} = 5,57 \times 4,13 \times 2055 = 47 \text{ тыс.}$$
\$

Среднегодовые расходы на оплату труда локомотивных бригад в расчете на парк составят:

- для ВЛ10 (ВЛ11)

 $M_{\text{брВЛ10(ВЛ11)}} = 47 \times 36 = 1692 \text{ тыс.}$ 

- для 2ЭС10

 $M_{\text{бр2} \text{ЭС10}} = 47 \times 17 = 799 \text{ тыс. }$ 

Итоговые значения расходов на оплату труда локомотивных бригад представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Расходы на оплату труда локомотивных бригад

Поличенование поможета	Электро	возы
Наименование показателя	ВЛ10 (ВЛ11)	29C10
Стоимость одного бригадо-часа локомотивной бригады в грузовом движении, с учетом ECH, \$	5,57	5,57
Число локомотивных бригад, обслуживающих 1 электровоз с учетом больничных и отпусков	4,13	4,13
Годовой фонд рабочего времени 1 бригады	2 055	2 055
Расходы на оплату труда локомотивных бригад на один локомотив, тыс. \$/год 6	47	47
Расходы на оплату труда локомотивных бригад в расчете на объем перевозок нового локомотива, тыс. \$/год	100	47
Парк локомотивов, ед.	36	17
Расходы на оплату труда локомотивных бригад на парк локомотивов, тыс.\$/год	1 692	799

<u>Экономия годовых эксплуатационных расходов на оплату труда локомотивных</u> бригад в расчете на парк электровозов составит — 893 тыс. долларов.

**Расходы на содержание верхнего строения пути\_**определяются в соответствии с методическими указаниями по определению СЖЦ выполненной тонно-км работой и единичной ставкой на 1 ткм. Их величина рассчитана по формуле:

ДЖТ мынных оП <sup>6</sup>

#### $M_{\text{TKM}} = e_{\text{TKM}} \times P_{\text{JOK}} \times S_{\text{ГОЛ}}$

где, е<sub>ткм</sub> – расходная ставка на 1 ткм брутто, учитывающая долю расходов по текущему содержанию главных путей, зависящих от размеров грузового оборота и отчислений на амортизацию верхнего строения пути, \$/ткм брутто;

Рлок - вес локомотива, т.;

 $S_{ron}$  – годовой пробег электровозов, км.

Расходы на содержание верхнего строения пути составят в расчете на один локомотив:

- для ВЛ10 (ВЛ11)  $И_{\text{ткм}} = 0,0039 \times 184 \times 237 \ 321 = 170 \ \text{тыс.} \$$ 

для ВЛ10 (ВЛ11) в расчете на объем перевозок нового локомотива  $И_{\text{ткм}}$ = 170  $\times$  2,118 = 360 тыс. \$

- для  $29C10 \text{ И}_{\text{ткм}} = 0.0039 \times 200 \times 237 321 = 185 \text{ тыс.}$ \$

Расходы на содержание верхнего строения пути составят в расчете на парк поездов:

- для ВЛ10 (ВЛ11)  $И_{\text{ТКМ}} = 170 \times 36 = 6 120 \text{ тыс.} \$$
- для 2ЭС10  $И_{\text{ткм}}$ = 185 × 17 = 3 145 тыс. \$

Результаты расчета затрат на содержание верхнего строения пути представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Расходы на содержание верхнего строения пути

Hayney anayyya waygaamaya	Значение показателей по электровозу		
Наименование показателя	ВЛ10 (ВЛ11)	29C10	
Расходная ставка на 1 ткм брутто, \$/ткм	0,0039	0,0039	
Вес локомотива, т.	184	200	
Годовой пробег электровозов, км7	237 321	237 321	
Годовые расходы на содержания верхнего строения пути одного локомотива тыс.\$/год	170	185	
Годовые расходы на содержания верхнего строения пути одного локомотива в расчете на объем перевозок нового локомотива, тыс. \$/год	360	185	
Парк локомотивов, ед.	36	17	
Годовые расходы на содержания верхнего строения пути на парк локомотивов тыс.\$/год	6 120	3 145	

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup>Согласно Приложению №1 к Методике определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железиодорожного транспорта, утв. Распоряжением ОАО «РЖД» № 2459 27.12.2007 г., расчет произведен на равный объем перевозок, соответствующий годовой производительности новой техники

Экономия годовых эксплуатационных расходов на содержание верхнего строения пути в расчете на парк электровозов составит 2 975 тыс. долларов.

Итоговые результаты по годовым эксплуатационным расходам представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Годовые эксплуатационные расходы по сравниваемым электровозам

Наименование показателя	Значение показателей по парку электровозов, тыс. \$		
	ВЛ10 (ВЛ11)	29C10	
Количество (единиц)	36	17	
Годовые эксплуатационные расходы на:			
- электроэнергию	14 472	5 270	
- техническое обслуживание и ремонт	7 452	4 403	
- оплату труда локомотивных бригад	1 692	799	
- содержание верхнего строения пути	6 120	3 145	
ИТОГО	29 736	13 617	
Экономия годовых эксплуатационных расходов на парк		16 119	

<u>Таким образом, экономия годовых эксплуатационных расходов в расчете на парк</u> электровозов составит 16 119 тыс. долларов (54,2%).

#### 4.3. Расчет полезного эффекта от использования электровоза 2ЭС10

Величина отдельных составляющих полезного эффекта в стоимостном выражении рассчитывается в соответствии с «Методикой определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта».

Полезный эффект (Эп) новых локомотивов в потреблении представляет стоимостную оценку изменений их потребительских свойств, оказывающих влияние на показатели производительности, надежности и долговечности магистральных локомотивов, использование рабочей силы, сырья, материалов, электроэнергии, производительных площадей, качество выпускаемых локомотивов, экологические и социальные показатели.

Полезный эффект от применения грузового электровоза 2ЭС10 рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{G}_n = \mathcal{U}_{\sigma} \times (K_n \times K_{\sigma} - 1) + \Delta LCC' + \mathcal{G}_{\kappa} + \mathcal{G}_{c} + \mathcal{G}_{\sigma}$$

где  $\mathcal{U}_{\delta}$  - цена базового электровоза;  $\mathcal{U}_{\delta}$  =3 150 тыс. \$.

 $K_n$  - коэффициент учета роста производительности нового электровоза 2ЭС10 по сравнению с базовым электровозом в целом,  $K_n$ =2,118 (п.3 данного расчета);

 $K_{\theta}$  – коэффициент, учитывающий изменение срока службы электровоза 2ЭС10 по сравнению с базовым электровозом:

 $T_{\theta}$  = срок службы локомотива ВЛ10 (ВЛ 11) - 33 года

 $T_{u}$  = срок службы локомотива 2ЭС10 - 40 лет

$$K_{\theta} = (1/T6+E)/(1/T_H+E) = (1/33+0.1)/(1/40+0.1) = 1,042$$

E=0,1 — норма дисконта;

 $\Delta LCC' = \Delta LCC'6 - \Delta LCC'H -$  экономия затрат жизненного цикла при использовании электровоза 2ЭС10 по сравнению с базовым локомотивом ВЛ 10(ВЛ11) без учета прямых инвестиций в приобретение машин и амортизации в составе эксплуатационных расходов. При этом в составе СЖЦ нового локомотива отражаются единовременные сопутствующие расходы на дооснащение ремонтной базы, обучение ремонтного персонала, приобретение оснастки и тестирующего оборудования. Ориентировочные сопутствующие единовременные затраты составляют 8 393 тыс. долларов на парк, что в расчете на один электровоз составит 493,7 тыс. долларов.

Расчет стоимости жизненного цикла сравниваемых электровозов без учета их первоначальной стоимости приведен ниже в таблицах 11 и 12.

 $Э\kappa$  — эффект от изменения качества перевозок, учитываются такие факторы, как скорость доставки грузов, степень их сохранности, надежность технических средств, безопасность перевозок;

3c — социальный эффект. Социальными результатами осуществления проекта являются улучшение условий труда работников локомотивных бригад и улучшение состояния их здоровья;

Ээ - экологический эффект. Оценка экологического эффекта основывается на использовании показателя предотвращенного ущерба или минимизации платы за загрязнение окружающей среды.

В виду того, что социальные и экологические эффекты при эксплуатации электровоза 2ЭС10 оценить количественно весьма затруднительно (в виду отсутствия справочно-нормативных параметров) эти эффекты в данном расчете не учтены.

В результате проведенных расчетов величина полезного эффекта от применения электровозов 2ЭС10 по сравнению с базовым ВЛ10 (ВЛ11) электровозом составила:

$$\Im n = 3\ 150 \times (2,118 \times 1,042 - 1) + (17\ 104 - (7\ 830 + 493,7)) = 12\ 582$$
 тыс. \$

Таблица 11 Расчет стоимости жизненного цикла базового электровоза ВЛ10 (ВЛ11), тыс. \$

		_1	екущие затраті	ol .				
год	Электроэнергия	ТО и ремонт	Содержание докомотивных бригад	Содержание пути	Итого текущие затраты	Всего заграт	Коэф. дисконтирова ния	Заграты ЖЦ
1	851	438	100	360	1 749	1 749	0,90909	1 590
2	851	438	100	360	1 749	1 749	0,82645	1 445
3	851	438	100	360	1 749	1 749	0,75131	1 314
4	851	438	100	360	1 749	1 749	0,68301	1 195
5	851	438	100	360	1 749	1 749	0,62092	1 086
6	851	438	100	360	1 749	1 749	0.56447	987
7	851	438	100	360	1 749	1 749	0,51316	898
8	851	438	100	360	1 749	1 749	0,46651	816
9	851	438	100	360	1 749	1 749	0,42410	742
10	851	438	100	360	1 749	1 749	0,38554	674
11	851	438	100	360	1 749	1 749	0,35049	613
12	851	438	100	360	1 749	1 749	0,31863	557
13	851	438	100	360	1 749	1 749	0,28966	507
14	851	438	100	360	1 749	1 749	0,26333	461
15	851	438	100	360	1 749	1 749	0,23939	419
16	851	438	100	360	1 749	1 749	0,21763	381
17	851	438	100	360	1 749	1 749	0,19784	346
18	851	438	100	360	1 749	1 749	0,17986	315
19	851	438	100	360	1 749	1 749	0,16351	286
20	851	438	100	360	1 749	1 749	0,14864	260
21	851	438	100	360	1 749	1 749	0,13513	236
22	851	438	100	360	1 749	1 749	0,12285	215
23	851	438	100	360	1 749	1 749	0,11168	195
24	851	438	100	360	1 749	1 749	0,10153	178
25	851	438	100	360	1 749	1 749	0,09230	161
26	851	438	100	360	1 749	1 749	0,08391	147
27	851	438	100	360	1 749	1 749	0,07628	133
28	851	438	100	360	1 749	1 749	0,06934	121
29	851	438	100	360	1 749	1 749	0,06304	110
30	851	438	100	360	1 749	1 749	0,05731	100
31	851	438	100	360	1 749	1 749	0,05210	91
32	851	438	100	360	1 749	1 749	0,04736	83
33	851	438	100	360	1 749	1 749	0,04306	75
34	851	438	100	360	1 749	I 749	0,03914	68
35	851	438	100	360	1 749	1 749	0,03558	62
36	851	438	100	360	1 749	1 749	0,03235	57
37	851	438	100	360	1 749	1 749	0,02941	51
38	851	438	100	360	1 749	1 749	0,02673	47
39	851	438	100	360	1 749	1 749	0,02430	43
40	851	438	100	360	1 749	1 749	0,02209	39
ВСЕГО	34 040	17 520	4 000	14 400	69 960	69 960		17 104

Таблица 12 Расчет стоимости жизненного цикла электровоза 2ЭС10, тыс. \$

		T	екущие заграть	ı					
год	Электроэнергия	ТО и ремонт	Содержание локомотивных бригад	локомотивных бригад Содержание пути Итого текушие запраты		Всего затрат	Коэф.дисконг ирования	Заграгы ЖІ	
1	310	259	47	185	801	801	0,90909	728	
2	310	259	47	185	801	801	0,82645	662	
3	310	259	47	185	801	801	0,75131	602	
4	310	259	47	185	801	801	0,68301	547	
5	310	259	47	185	801	801	0,62092	497	
6	310	259	47	185	801	801	0,56447	452	
7	310	259	47	185	801	801	0,51316	411	
8	310	259	47	185	801	801	0,46651	374	
9	310	259	47	185	801	801	0,42410	340	
10	310	259	47	185	801	801	0,38554	309	
11	310	259	47	185	801	801	0,35049	281	
12	310	259	47	185	801	801	0,31863	255	
13	310	259	47	185	801	801	0,28966	232	
14	310	259	47	185	801	801	0,26333	211	
15	310	259	47	185	801	801	0,23939	192	
16	310	259	47	185	801	801	0,21763	174	
17	310	259	47	185	801	801	0,19784	158	
18	310	259	47	185	801	801	0,17986	144	
19	310	259	47	185	801	801	0,16351	131	
20	310	259	47	185	801	801	0,14864	119	
21	310	259	47	185	801	801	0,13513	108	
22	310	259	47	185	108	801	0,12285	98	
23	310	259	47	185	801	801	0,11168	89	
24	310	259	47	185	801	801	0,10153	81	
25	310	259	47	185	801	801	0,09230	74	
26	310	259	47	185	801	801	0,08391	67	
27	310	259	47	185	801	801	0,07628	61	
28	310	259	47	185	801	801	0,06934	56	
29	310	259	47	185	801	801	0,06304	50	
30	310	259	47	185	801	801	0,05731	46	
31	310	259	47	185	801	801	0,05210	42	
32	310	259	47	185	801	801	0,04736	38	
33	310	259	47	185	801	801	0,04306	34	
34	310	259	47	185	801	801	0,03914	31	
35	310	259	47	185	801	801	0,03558	28	
36	310	259	47	185	801	801	0,03235	26	
37	310	259	47	185	801	801	0,02941	24	
38	310	259	47	185	801	801	0,02673	21	
39	310	259	47	185	801	801	0,02430	19	
40	310	259	47	185	801	801	0,02209	18	
ВСЕГО	12 400	10 360	1 880	7 400	32 040	32 040		7 830	

#### 4.4. Расчет лимитной цены электровоза 2ЭС10

Лимитная цена, определенная в результате технико-экономических расчетов, является обоснованием целесообразности приобретения новых локомотивов заказчиком и определяется на основании стоимостной оценки улучшения потребительских свойств по сравнению с аналогом, исходя из рассчитанного полезного эффекта, который возможно будет получить при эксплуатации нового электровоза.

В соответствии с «Методикой определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта», уровень лимитной цены рассчитан исходя из полезного эффекта от применения грузового электровоза 2ЭС10 за срок службы взамен базового по формуле:

$$\coprod_{n} = \coprod_{n} \times K_{n} + K_{n} \times \mathfrak{I}_{n}$$

где  $\mathcal{U}_{\delta}$  - цена базового электровоза ВЛ10 (ВЛ11) с учетом изменения производительности, тыс. руб.;

 $K_{M}$  - коэффициент, учитывающий моральный износ базовой техники. Принимается по экспертной оценке на уровне 0,8-0,9 для технических средств, находящихся в производстве более 20лет, в данном расчете Км принят равным 0,9;

 $K_3$  — коэффициент учета полезного эффекта в цене нового (модернизированного) технического средства. Коэффициент дифференцируется в зависимости от новизны, значения и особенностей производства и применения новой (модернизированной) машины. Может быть принят на уровне 0,7-0,8. В данном расчете Кэ принят равным 0,7;

 $\Im_n$  - полезный эффект от применения новой техники (расчет приведен в разделе 4.3.).

Исходя из значений данных параметров, уровень лимитной (расчетной) цены электровоза 2ЭС10 составит:

$$U_n = 3 150 \times 0.9 + 0.7 \times 12582 = 11642$$
 тыс. \$

# 4.5 Расчет стоимости жизненного цикла парка локомотивов для участка Батуми - Гардабани

Расчет стоимости жизненного цикла парка сравниваемых электровозов без учета инвестиций приведен ниже в таблицах 13 и 14, с учетом инвестиций в таблицах 15 и 16.

Таблица 13 Расчет стоимости жизненного цикла парка базовых электровозов ВЛ10 (ВЛ11) без учета инвестиций, тыс. \$

	T	1	екущие затра					
год	Электроэнергия	ТО и ремонт	Содержание докомотивных бригад	Содержание пути	Итого теку шие заграты	Всего затрат	Коэф.диско нтирования	Затраты ЖЦ
1	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,90909	27 033
2	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,82645	24 575
3	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,75131	22 341
4	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,68301	20 310
5	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,62092	18 464
6	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,56447	16 785
7	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,51316	15 259
8	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,46651	13 872
9	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,42410	12 611
10	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,38554	11 464
11	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,35049	10 422
12	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,31863	9 475
13	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,28966	8 613
14	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,26333	7 830
15	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,23939	7 119
16	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,21763	6 471
17	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,19784	5 883
18	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,17986	5 348
19	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,16351	4 862
20	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,14864	4 420
21	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,13513	4 018
22	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,12285	3 653
23	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,11168	3 321
24	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,10153	3 019
25	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,09230	2 745
26	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,08391	2 495
27	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,07628	2 268
28	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,06934	2 062
29	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,06304	1 875
30	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,05731	1 704
31	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,05210	1 549
32	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,04736	1 408
33	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,04306	1 280
34	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,03914	1 164
35	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,03558	1 058
36	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,03235	962
37	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,02941	875
38	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,02673	795
39	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,02430	723
40	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,02209	657
ВСЕГО	578 880	298 080	67 680	244 800	1 189 440	1 189 440		290 788

Таблица 14
 Расчет стоимости жизненного цикла парка электровозов 2ЭС10 без учета инвестиций, тыс. \$

		7	екущие затра					
год	Электроэнергия	ТО и ремонт	Содержание локомотивных бригад	Содержание пути	Игого теку шие затраты	Всего затрат	Коэф.диско нтирования	Затраты ЖЦ
1	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,90909	12 379
2	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,81753	11 132
3	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,73519	10 011
4	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,66114	9 003
5	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,59455	8 096
6	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,53467	7 281
7	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,48082	6 547
8	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,43239	5 888
9	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,38884	5 295
10	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,34968	4 762
11	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,31446	4 282
12	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,28279	3 851
13	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,25431	3 463
14	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,22870	3 114
15	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,20567	2 801
16	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,18496	2 5 1 9
17	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,16633	2 265
18	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,14958	2 037
19	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,13451	1 832
20	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,12096	1 647
21	5 270	4 4()3	799	3 145	13 617	13 617	0,10878	1 481
22	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,09782	1 332
23	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,08797	1 198
24	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,07911	1 077
25	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,07114	969
26	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,06397	871
27	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,05753	783
28	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,05174	705
29	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,04653	634
30	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,04184	570
31	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,03763	512
32	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,03384	461
33	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,03043	414
34	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,02737	373
35	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,02461	335
36	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,02213	301
37	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,01990	271
38	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,01790	244
39	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,01610	219
4()	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,01448	197
ЗСЕГО	210 800	176 120	31 960	125 800	544 680	544 680		121 152

Таблица 15 Расчет стоимости жизненного цикла парка базовых электровозов ВЛ10 (ВЛ11) с учетом инвестиций, тыс. \$

			T	екущие затрат	ъ				
год	Инвестнини	Электроэнергия	ТО и ремоит	Содержание локомотивных бригад	Содержание пути	Итого текушие затраты	Всего заграт	Коэф.лиско итирования	Затр <b>а</b> ты ЖЦ
1	113 400	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	143 136	0,90909	130 124
2		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,82645	24 575
3		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,75131	22 341
4		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,68301	20 310
5		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,62092	18 464
6		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,56447	16 785
7		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,51316	15 259
8		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,46651	13 872
9		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,42410	12611
10		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,38554	11 464
11		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,35049	10 422
12		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,31863	9 475
13		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,28966	8613
14		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,26333	7 830
15		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,23939	7 1 1 9
16		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,21763	6 471
17		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,19784	5 883
18		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,17986	5 348
19		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,16351	4 862
20		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,14864	4 420
21		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,13513	4 018
22		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,12285	3 653
23		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,11168	3 321
24		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,10153	3 019
25		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,09230	2 745
26		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,08391	2 495
27		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,07628	2 268
28		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,06934	2 062
29		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,06304	1 875
30		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,05731	1 704
31		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,05210	1 549
32		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,04736	1 408
33	113 400	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	143 136	0,04306	6 163
34		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,03914	1 164
35	1	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,03558	1 058
36		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,03235	962
37		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,02941	875
38		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,02673	795
39		14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	29 736	0,02430	723
40	-85 909	14 472	7 452	1 692	6 120	29 736	-56 173	0,02209	-1 241
BCELO	140 891	578 880	298 080	67 680	244 800	1 189 440	1 330 331		396 864

Таблица 16
 Расчет стоимости жизненного цикла парка электровозов 2ЭС10 с учетом инвестиций, тыс. \$

			,	Гекущие затра					
год	Инвестиции	Электроэнергия	ТО и ремонт	Содержание локомотивных бригад	Содержание пути	Итого текущие затраты	Всего затрат	Коэф.диско итпрования	Затраты ЖЦ
1	118 043	5 270	4 403	799	3 145	13617	131 660	0,90909	119 690,79
2	110 0.10	5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,81753	11 132,31
3		5 270	4 403	799	3 145	13617	13 617	0,73519	10 011,08
4		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,66114	9 002,74
5		5 270	4 403	799	3 145	13617	13 617	0,59455	8 095,99
6		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,53467	7 280,60
7		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,48082	6 547,33
8		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,43239	5 887,85
9		5 270	4 403	799	3 145	13617	13 617	0,38884	5 294,83
10		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,34968	4 761,59
11		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,31446	4 282,00
12		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,28279	3 850,75
13		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,25431	3 462,94
14		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,22870	3 114,21
15		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,20567	2 800,61
16		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,18496	2 518,60
17		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,16633	2 264,92
18		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,14958	2 036,83
19		5 270	4 403	799	3 145	13617	13 617	0,13451	1 831,62
20		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,12096	1 647,11
21		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,10878	1 481,26
22		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,09782	1 332,01
23		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,08797	1 197,89
24		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,07911	1 077,24
25		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13617	0,07114	968,71
26		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,06397	871,08
27		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,05753	783,39
28		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,05174	704,54
29		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,04653	633,60
30		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,04184	569,74
31		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,03763	512,41
32		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,03384	460,80
33		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,03043	414,37
34		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,02737	372,70
35		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,02461	335,11
36		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,02213	301,34
37		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,01990	270,98
38		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,01790	243,74
39		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,01610	219,23
40		5 270	4 403	799	3 145	13 617	13 617	0,01448	197,17
CELO	118 043	210 800	176 120	31 960	125 800	544 680	662 723		228 462

Сводные данные о стоимости жизненного цикла парка сравниваемых электровозов представлены в таблице 17.

Таблица 17 - Сводные данные о стоимости жизненного цикла (40 лет) парка электровозов

Наименование показателя	Значение показателя			
паименование показателя	ВЛ10 (ВЛ11)	23C10		
Цена локомотива (единицы) в текущих ценах, тыс. \$ (без НДС)	3 150	6 450 <sup>8</sup>		
Необходимый парк локомотивов, для перевозки годового объема, ед.	36	17		
Единовременные сопутствующие инвестиционные расходы на парк локомотивов, тыс. \$	0	8 393		
Общий объем инвестиций на парк локомотивов, с учетом единовременных расходов, тыс. \$	113 400	118 043		
Эксплуатационные расходы на парк локомотивов (с дисконтированием), тыс. \$	290 788	121 152		
Стоимость жизненного цикла с учетом инвестиций в расчете на парк локомотивов, (с дисконтированием), тыс. \$	396 864	228 462		

Таким образом, эксплуатационные расходы (с дисконтированием) на парк электровозов 29C10 за жизненный цикл (40 лет) на 169 636 тыс. \$ (58,3%) ниже, чем на парк электровозов BЛ10(BЛ11).

Стоимость жизненного цикла (с учетом инвестиций, с дисконтированием) потребного парка электровозов 2ЭС10, необходимого для выполнения заданного в исходных данных объема работы, на 168 402 тыс. долларов (42,4%) ниже СЖЦ потребного парка электровозов ВЛ10 (ВЛ11).

<sup>&</sup>lt;sup>в</sup> Цена рассчитана в июле 2014 г.

# 5. Расчет технико-экономической эффективности при замещении локомотивного парка Грузинской железной дороги на электровозы 2ЭС10

Эффективность использования новых электровозов 2ЭС10 взамен базового ВЛ10 (ВЛ11) оценивается показателями, отражающими соотношение затрат и получаемых результатов от эксплуатации машин.

Как правило, выделяют два основных показателя, характеризующих эффективность применения в эксплуатации нового электровоза: чистый дисконтированный доход (ЧДД) и срок окупаемости затрат, связанных с его приобретением и эксплуатацией.

Интегральный экономический эффект от применения нового электровоза определяется по условиям его эксплуатации за расчетный период по формуле:

$$\Im_{T} = P_{T} - \Im_{T} = \sum_{t=1}^{T} (Pt - \Im_{t}) \times \alpha_{t} - \sum_{t=1}^{T} Kt \times \alpha_{t}$$

где  $P_{\tau}$  -стоимостная оценка результатов. В данном случае это экономия эксплуатационных расходов от использования в грузовом движении нового электровоза 29С10 по сравнению с базовым электровозом ВЛ10 (ВЛ11);

 $3_r$  - затраты, связанные с приобретением нового электровоза 2ЭС10 и его эксплуатацией;

 $K_{t}$  - единовременные затраты в году t;

 $\propto_t$ - коэффициент дисконтирования.

Чистый дисконтированный доход определяется 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 базового электровоза и нового 2ЭС10 с последующим дисконтированием.

Таким образом, величина интегрального экономического эффекта с учетом налогообложения инновационного мероприятия рассчитана по формуле:

$$\Im_{\mathsf{T}} = \sum_{t=0}^{T} (\Delta \mathsf{M}t - \Delta Ht \mp \Delta Kt) \times \alpha_{t}$$

где  $\Delta \mathcal{U}_t$  - экономия годовых эксплуатационных расходов в год t расчетного периода.;

 $\Delta H_t$  - изменение налоговых отчислений от прибыли в году t. По налогу на прибыль (ставка 20%) рассчитывается налогооблагаемая база как разность между величиной годового эффекта;

 $\Delta K_t$  - потребные дополнительные инвестиции, связанные с приобретением и эксплуатацией нового электровоза по сравнению с базовым;

t - номер шага расчета (t = 0.1, 2, ... T),

T - горизонт расчета. В качестве горизонта расчета принят срок службы нового электровоза 29С10, составляющий 40 лет.

Одновременно рассчитан срок окупаемости затрат на приобретение нового электровоза, представляющий собой временной интервал, необходимый для того, чтобы доходы перекрывали затраты на инвестиции.

Источником покрытия инвестиционных затрат является величина чистой прибыли, получаемой за счет экономии эксплуатационных расходов. Расчет чистого дисконтированного дохода от замены базового электровоза новым 2ЭС10 приведен в таблице 18.

Рассчитан так же срок окупаемости единовременных затрат, представляющий собой временной интервал, за пределами которого все затраты окупаются результатами (экономией годовых текущих расходов). Графическая интерпретация расчета срока окупаемости представлена на рис.6.

В составе прочих (единовременных) расходов нового электровоза 2ЭС10 учтены сопутствующие единовременные затраты на обучение эксплуатационного и ремонтного персонала, дооснащение ремонтной базы, приобретение оснастки и тестирующего оборудования. Ориентировочные сопутствующие единовременные затраты в расчете на один электровоз составят 493,7 тыс. долларов.

Таблица 18. Расчет дисконтированного дохода от замены базового электровоза ВЛ10 (ВЛ11) на электровоз 2ЭС10

Наименование годы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	_ 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Единовременные расходы:																				
Стоимость электровоза ВЛ10 (ВЛ11)	3 150																			
Эксплуатационные расходы:																				
1.Расходы на энергоресурсы	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851
2 ТО и ремонт	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438
3.Расходы на ремонт и содержание пути	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	36()	360	360
4.Содержание локомотивных бригад	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	001	100	100	100
Всего эксплуатационных расходов	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749
Денежный поток	4 899	l 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749
Единовременные расходы:																				
Стоимость электровоза 2ЭС10	6 450					_														
Дооснащение депо	494														i					
Всего единовременных расходов	6 944																			
Эксплуатационные расходы:																				
1.Расходы на энергоресурсы	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310
2.ТО и ремонт	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259
3.Расходы на ремонт и содержание пути	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185
4.Содержание локомотивных бригад	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
Всего эксплуатационных расходов	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801
Денежный поток	7 745	801	801	801	801	801	801	801	801	108	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801
Разность денежных потоков	(2 846)	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948
Налог на прибыль	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Чистый денежный поток	(3 036)	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758
Коэффициент дисконтирования	0.90909	0,82645	0,75131	0,68301	0,62092	0.56447	0,51316	0,46651	0,42410	0,38554	0,35049	0,31863	0,28966	0,26333	0.23939	0,21763	0.19784	0,17986	0.16351	0,14864
Дисконтированный денежный поток	(2.760)	626	569	518	471	428	389	354	321	292	266	242	220	200	181	165	150	136	124	113
Чистый дисконтированный доход	(2.760)	(2 134)	(1.565)	(1.047)	(576)	(148)	241	595	916	1 208	1 474	1 716	1 936	2 136	2317	2 482	2 632	2 768	2 892	3 005

# Продолжение таблицы 18

Наименование/годы	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Единовременные расходы:																				
Стоимость электровоза ВЛ10 (ВЛ11)													3 150							(2 386)
Эксплуатационные расходы:																				
1. Расходы на энергоресурсы	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851	851
2.ТО и ремонт	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438
3.Расходы на ремонт и содержание пути	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
4. Содержание локомотивных бригад	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Всего эксплуатационных расходов	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749
Денежный поток	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	4 899	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	1 749	-637
Единовременные расходы:																				
Стоимость электровоза 2ЭС10																				
Дооснащение депо																				
Всего единовременных расходов																				
Эксплуатационные расходы:																				
1.Расходы на энергоресурсы	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310
2.ТО и ремонт	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259
3. Расходы на ремонт и содержание пути	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185
4.Содержание локомотивных бригад	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
Всего эксплуатационных расходов	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801
Денежный поток	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801
Разность денежных потоков	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948	4 098	948	948	948	948	948	948	(1 438)
Налог на прибыль	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Чистый денежный поток	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	3 908	758	758	758	758	758	758	(1 628)
Коэффициент дисконтирования	0,13513	0,12285	0.11168	0,10153	0.09230	0.08391	0,07628	0.06934	0.06304	0,05731	0,05210	0,04736	0,04306	0,03914	0,03558	0.03235	0.02941	0,02673	0,02430	0,02209
Дисконтированный денежный поток	102	93	85	77	70	64	58	53	48	43	39	36	168	30	27	25	22	20	18	(36)
Чистый дисконтированный доход	3 107	3 200	3 285	3 362	3 432	3 496	3 554	3 607	3 655	3 698	3 737	3 773	3 941	3 971	3 998	4 023	4 045	4 065	4 083	4 047

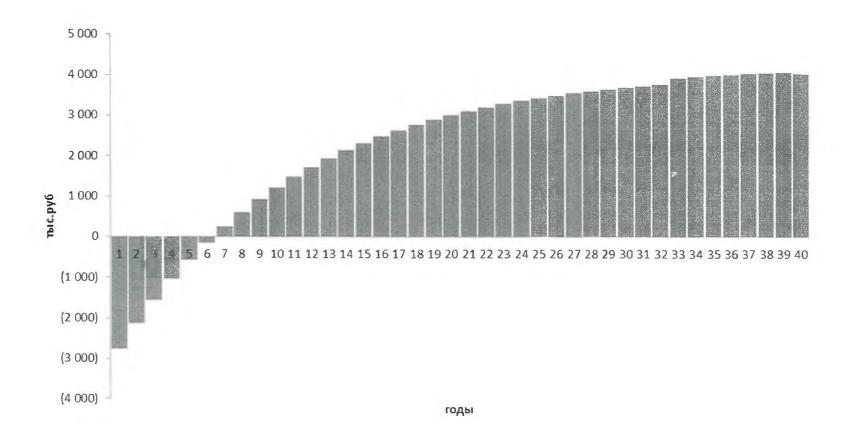


Рисунок 6 - Графическая интерпретация расчета срока окупаемости

### Заключение

Расчет технико-экономического обоснования при замене парка локомотивов серии ВЛ10, ВЛ11 Грузинской железной дороги новыми электровозами 2ЭС10 произведен методом сравнения затрат на приобретение и эксплуатацию новых электровозов по сравнению с затратами по обновлению и содержанию существующего парка электровозов.

В основу расчета положены результаты тяговых расчетов, выполненных для профиля участка Батуми - Гардабани Грузинской железной дороги. Удельный расход электроэнергии с учетом рекуперации, рассчитанный для данного участка, применен для расчета годовых затрат по электроэнергии на весь годовой объем перевозимого груза. 9

Применение электровозов 2ЭС10 взамен локомотивного парка ВЛ10, ВЛ11 позволит сократить потребный парк электровозов (с 36 ед. до 17ед.) на 47% за счет:

- увеличения межремонтных пробегов и снижения времени простоя на TO и ремонтах;
  - полного исключения локомотивов толкачей.

Эксплуатация нового электровоза 2ЭС10 (не включая стоимость его приобретения) обеспечит снижение затрат на 9 274 тыс. \$ (с учетом дисконтирования) или на 54% (с 17 104 тыс. \$ до 7 830 тыс. \$, см. табл. 11, табл. 12) по отношению к ВЛ10(ВЛ11). Эксплуатация потребного парка электровозов 2ЭС10 в количестве 17 ед. (не включая стоимости их приобретения) обеспечит снижение затрат на 169 636 тыс. \$ (с учетом дисконтирования) или 58% по отношению к существующему парку локомотивов ВЛ10(ВЛ11) ГЖД (с 290 788 тыс. \$ до 121 152 тыс. \$, см. табл.13, табл. 14).

Стоимость жизненного цикла потребного парка локомотивов 2ЭС10 (с учетом инвестиций) с дисконтированием при эксплуатации на участке Батуми – Гардабани в сравнении с эксплуатируемым в настоящее время парком ВЛ10 (ВЛ11) составит:

для электровозов 29C10 - 228 462 тыс. \$ (см. табл.16) для электровозов ВЛ10 (ВЛ11) - 396 864 тыс. \$ (см. табл.15) Экономия составляет 168 462 тыс. \$ или 42,4%.

Входные данные по электровозам ВЛ10 (ВЛ11) для расчета технико-экономического обоснования получены от ГЖД.

Уровень лимитной (расчетной) цены электровоза 2ЭС10 с асинхронным тяговым приводом, рассчитанный на основе стоимостной оценки улучшения его потребительских свойств по сравнению с базовым электровозом ВЛ10 (ВЛ11) на направлении Гардабани – Батуми Грузинской железной дороги составил 11 642 тыс. \$.

При замещении одного электровоза ВЛ10 (ВЛ11) локомотивом серии 2ЭС10 чистый дисконтированный доход за период эксплуатации (40 лет) составит – 4047 тыс.\$ (см. табл. 18), срок окупаемости - 6 лет (см. табл. 18, рис. 6).

## Список использованных источников

- 1. Методика определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта», утвержденная Распоряжением ОАО «РЖД» от 27.12.2007 г. №2459р.
- 2. Методические указания по определению технико-экономической эффективности новых и усовершенствованных электровозов. Утверждены зам. министром путей сообщения 17.08.1982г, М., «Транспорт», 1986г.
- 3. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте». Утверждены МПС РФ 31.08.1998г. №В-1024у.
  - 4. Правила тяговых расчетов для поездной работы. М., «Транспорт», 1985.
- 5. Методические рекомендации по обоснованию эффективности инноваций на железнодорожном транспорте. Утверждены руководителем Департамента технической политики МПС 26.04.99г. №ЦТехО-11, М., «Транспорт», МПС РФ, 1999г.
- 6. Электровоз магистральный грузовой постоянного тока 2ЭС10 с асинхронными тяговыми электродвигателями. Тяговый расчет. Участок эксплуатации Батуми Гардабани 2ЭС10.00.000.000 PP13.
  - 7. Техническое задание на электровоз магистральный постоянного тока грузовой.
- 8. Электровоз магистральный постоянного тока грузовой для Грузии. Технические требования, 2014 г.

#### Информация с фидерных зонах

	T							приложения -	
фидерной зоны	наименование фидерной зоны	подст	ойства тяговой ганции inep)	направление	длина фидерной зоны (км)	марка подвески (сечение) контактного провода в фидерной зоне	суммарное сечение мм <sup>2</sup>	тип рельса	
φôN		нечетное	четное				1 10		
1	Граница 43км пин-1	1700	1900	нечетное	17,3	m-95+2mф-100	295	2.65	
1	Рустави	1700	1900	четное	17,3	м-120+2мф-100	320	P- <del>6</del> 5	
2	Рустави	2000	2000	нечетное	10,3	м-95+2мф-100	295	P-65	
2	Гачиани	2000	2000	четное	10,3	м-120+2мф-100	320	P-65	
3	Гачиани	2000	2000	нечетное	16.9	м-120+2мф-100	320	D.CF	
2	Тбилиси-узловая	2000	2000	четное	10,5	м-120+2мф-100	320	P-65	
4	Тбилиси-узлован	2000	2000	нечетное	9,5	м-120+2мф·100	320	Diff	
4	Дидубе	2000	2400	четное	3,5	м-120+2мф 100	320	P-65	
-	Дидубе	2000	2000	нечетное		м-120+2мф-100	320		
5	3arec	2000	2000	четное	11,1	m-120+2mp 100	320	P-65	
	3arec	1800	1700	нечетное		м-120+2мф-100	320		
6	Ксани	1800	1900	четное	19,7	м-120+2мф-100+а-185	505	P-65	
	Ксани	2000	2000	нечетное		M-120+2MØ-100	320		
7	Кантисхеви	2000	2000	четное	10	м-120-2мф-100	320	F-65	
	Кавтисхеви		нечетное		m-120+2mp-100	320			
8	Метехи	2000	2000	четное	12,7	m-120+2md-100+a-185	505	P-65	
	Метехи	1900	2000	нечетное		m-120+2md-100	320		
9	Гори	1700	2000	четное	20,5	м-120+2мф-100+a-185	505	P-65	
	Гори	2000	2000	нечетное		M-120+2Mp 100+a-185	505		
10	Карели	2000	2000	четное	14,9	м-120+2мф 100+а-185	505	P-65	
	Карели	2000	2000	нечетное	0.7	м-120+2мф-100	320	0.55	
11	Arapa	2000	2000	четное	8,2	м-120+2мф-100+а-185	505	P-65	
	Arapa	2000	2000	нечетное	10	M-120+2MO-100	320	0.00	
12	Хашури	2300	2300	четное	19	м-120+2мф-100+а-185	505	P-65	
13	Хашури	3!	50Q	нечетное	10,9	м-120+2мф-100	320	0.65	
15	Лихи	30	000	четное	10,9	м-120+2мф-130+a-185	505	P-65	
14	Лихи	4000	4000	нечетное	5	м-120+2мф-100+2a-185	690	P-65	
24	Ципа	4000	4000	четное	2	м=120+2мф-100	320	P-63	
15	Ципа	4000	4000	нечетное	8,2	м-120+2мф-100+2a-185	690	P-65	
13	Молити	4500	4000	46:TH06	0,2	м 120+2мф-100+а 185	505	F-00	
16	Молити	4500	4500	нечетное	8.6	м-120+2мф-100+2а-185	690	P-65	
10	Марелиси 4000 2000		2000	четное	0,0	M-120+7Mф-100	320	1-03	

17	Марелиси	-41	:00	HUNETHOR	9.7	M-120+2Mg-100+2a-185	690	P-65	
12	Чарагаули	20	000	4011100	5./	m-120+2mo-100+ >a185	505	P-65	
18	Чарагаули	21	000	нечетное	11.7	M-120+2MO 100+a 185	505	P-65	
10	Дзирула	30	000	четнее	] 11.7	M-120+2MO 100+a-185	505	P-03	
19	Дзирула-Зестафони	3000	3000	нечетное	7,6	m-120+2mp-100+a-185+a-150	655	P-65	
13	Зестафони	1600	1600	461HO6	7.0	m-120+2mq-100	320	P-03	
20	Зестафони	1600	1600	нечетное	14	M-120+2Md-100+2a-185	690	P-65	
20	Свири	1600	1600	четное	1.4	m-120+2m4-100	320	P-03	
21	Свири	1600	1600	нечетное	17.6	M-120+2m¢-100+2a-185	690	P-65	
21	Риони	2200	2200	четное	17,6	m-120+2m¢-100	320		
22	Риони	2000	1800	нечетное	18	M-120+2M0-100+a-185	505	P-65	
22	Колитнари	2000	2000	0 четное		m-120+2mo-100+a-185	505	P-65	
23	Копитнари-Самтредия-2	2000	2000	нечетнее	0.0	m-120+2m¢-100	320	0.00	
23	Самтредия-2	2000	2000	четное	9,8	m-120+2mф-100	320	P-65	
24	Самтредия-2 - Самтредия-1	тредия-2 - Самтредия-1 2000 2000	нечетное	2.7	m-120+2mф-100+a-185	505	0.00		
24	Самтредия-1	1500	1500	четное	3,7	M-120+2M-0100	320	P-65	
25	Самтредия-1	1300		0.00.00.00.00	25	130.3.4 100	270	0.00	
25	Ланчхути	1:	500	однопутный	25	M-120+2MD-100	320	P-65	
26	Ланчхути	1	500		18,7	m-120+2m@ 100	320	0.65	
26	Супса	1	100	однопутный	18,7	м-120+2мф 100	320	P-65	
27	Cyrica	1	100	однопутный	18.8	m-120+2mp 100	320	0.00	
21	Натанеби	1:	500	однопутныи	15,5	M-120+2MФ 100	320	P-65	
28	Натанеби -Кобулети	1500		0.0000000000000000000000000000000000000	14.9	m-120+2mф-100	320	0.55	
20	Кобулети	1	500	однолутный	14,3	W-150+5WФ-100	320	P-65	
29	Кобулети - Батуми	1	500	Anunaun	23,6	m-120+2mp 100	270	0.65	
23	Батуми	1500		однопутный	25,0	w-150-5wd-100	320	P-65	

Начальник департамента электроснабжения

of 3 finns

Г.Прангишвили

ОО Грузинская железная дорога Директор филиала грузовых перевозок

Г.Гүрамишвили

Приложение №2

## Исходные параметры для расчёта техническо-экономического обоснования

V2 n/n	Наименование параметра	Ед. изм.	Базовый (ВЛ10/ВЛ11) / Проеі
	Инвентарный парк электровозов ВЛ10 / ВЛ11, для обслуживаия участка Батуми-Гардабани	ед	
	ВЛ10 / ВЛ11		_
	Проект		
1.1	Потребный парк электровозов, с учетом проведения ремонта, хозяйственных работ неравномерности движения, ожидания работы (количество электровозов под замену) для обслуживаия участка: Батуми-Гардабани		
	ВЛ10 / ВЛ11		36
	Проект		
2	Технические параметры электровоза ВЛ10 / ВЛ11 и "Проект"		Базовый (ВЛ10/ВЛ11)
	номинальная нагрузка от колесной пары на рельсы.	кН (тс)	225(23)
	масса электровоза с 0,67 запаса песка	Т	184
	конструкционная скорость, не меньше	км/ч	100
	мощность в продолжительном режиме на валах тяговых электродвигателей (ТЭД), не меньше	кВт	4 600
	сила тяги в продолжительном режиме, не маньше	кН.(тс)	314
	скорость в продолжительном режиме, не меньше	км/ч,	51.2
	мощность в часовом режиме на валах ТЭД, не меньше	кВт.	5 360
	эшаном он эмижед моворые в илят впир	кН.(тс)	387
	скорость в часовом режиме не меньше	км/ч,	48 7
	КПД в продолжительном режима, не меньше	%	86
	диаметр колеса по кругу катания при новых бандажах	MM	1 250
	минимальный радиус кривых, при спедовании со скоростью до 10 км/ч	M	125
	Срок службы	год	33
3	Система ремонта электровозов ВЛ10/ВЛ11/Проект их периодичность	час, км	Базовый (ВЛ10/ВЛ11)
	TO - 2	час	не более 48
	TO - 3	мес/км	1 / 12 500
	TP - 1	мес/км	2 / 25 000
	TP - 2	год/км	1.5 / 175 000
	TP - 3	год/км	3 / 350 000
	KP-1	лет/км	6 / 700 000
	KP - 2	лет/км	12 /2 100 000
44	Деповской процент неисправных локомотивов по серии ВЛ10/ВЛ11 и "Проект" (факт)	%	
-	ВЛ10 / ВЛ11		10.2
	Проект		
5	Объем перевозок в год на участке по направлениям четное/нечетное	млн т	14
	Батуми-Гардабани		6,177
	Гардабани-Батуми		7.823
6	Средняя масса поезда негто и брутто для четного и нечетного направления	T	
	Батуми-Гардабани		2 129
	Гардабани-Батуми		2 696
,	Среднее время оборота локомстива ВЛ10/ВЛ11/Проект для четного и нечетного направления	T	28,42
-	Батуми-Гардабани		14,21
	Гардабани-Батуми		14,21
	Среднее время простоя в основном дело и в пункте оборота	Ч	7.2
	Батуми	7	3.6
	Гардабани		3.6
	Участковая и техническая скорость электровозов ВЛ10/ВЛ11/Проект		Участковая -36,28
	Для нечетного и четного направления	км/ч	Техническая - 40,31

	Батуми-Гардабани		
	Среднегодовой простой на плановом техническом обслуживании и ремонте	лок/сут,	
J	локомотивов ВЛ10/ВЛ11/Проект	ломсут	
	ВЛ10 / ВЛ11		2,7
	проект		
1 11	Среднегодовой простой на вне плановом техническом обслуживании и ремонте локомотивов ВЛ10/ВЛ11/Проект	лок/сут	
	ВЛ10 / ВЛ11		1
	Проект		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
12	Среднегодовой пробег локомотивов ВЛ10/ВЛ11/Проект	KM	
	Вл10 / Вл11		8 543 556
	Проект		
13	Характеристика участка обращения Батуми-Гардабани (Подробный спрямленный профиль пути с сбозначением ограничений максимальной скорости) для четного и нечетного направления		Приложение №2А
14	Весовые нормы поездов (на данном участке) для четного и нечетного направления	Т	
	Батуми-Гардабани		3000
	Гардабани-Батуми		3500
15	Коэффициент технической готовности		
	ВЛ10 / ВЛ11		89,8
	Проект		
16	Стоимость проведения единицы технического обслуживания, текущих, среднего капитального ремонтов электровозов в соответствии с установленными видами ремонта руб	дол.США	Базовый (ВЛ10/ВЛ11)
	TO - 2		1 518 280
	TO - 3		208 276
	TP · 1		340 141
	TP - 2		42 372
	TP - 3		293 931
	KP-1		1 500 000
	KP - 2		1 440 000
17	Фактические среднегодовые данные по количеству внеплановых ремонтов		
	электровозов <sub>і</sub>		205
-	B010 / B011		365
18	Проект	01114	
10	Затраты на проведения внеплановых ремонтов ВЛ10 / ВЛ11	дол США	57 000
	Проект		57 000
19	Стоимость песка	дол США	входит в затрати на ТО-2
20	Норма расхода песка Участка Батуми-Гардабани		входит в затрати на ТО-2
20	ВЛ10 / ВЛ11	Kſ	входит в затрати на 10-2
	Проект		
21	Фактический расход песка участка Батуми-Гардабани	кг	входит в затрати на ТО-2
-	БЛ 0 / ВЛ11	- N	входит в заграти на 10-2
	Проект		
22	Стоимость бригадо-часа локомотивной бригады с учетом ЕСН	дол США	5.57
	Число локомотивных бригад, обслуживающих 1 электровоз с учетом, больничных и		
23	отпусков	чел	4,13
24	Годовой фонд рабочего времени 1 бригады	ч	2055
25	Среднее время нахождения покомотивной бригады на 1 электровозе	ч	5 63
26	Норма дисконта		0,1
27	Средний ресурс износа колодок, динамика износа	мм/тыс. км	входит в затрати на ТО-2
	BJ110 / BJ11		
	Праект		
28	Цена одной тормозной композиционной чугунной колодки	дол США	входит в затрати на ТО-2
	BJ10 / BJ11		
	Проект		
56	Удельный расход электроэнергии в в четном и нечетном направлении сучетом рекуперативного торможения и без - кВт-ч/т-км бр - эл Батуми-Гардабани	кВт-ч/т-км бр	166 98
	Гардарани-Батуми		
30	Данные о возврате электрознергии в контактную сеть при применении рекуперационного торможения на электровозе на заданном участке обращения кВт-ч — эл	кВт-ч/т-км бр	0
	Батуми-Гардабани		
	Гардабани-Батуми		
31	Стоимость 1 кВт-ч электроэнергии	дол.США	0.042
			414.5
32	Перспективный среднегодовой пробег электровоза	KM	

	Проект			
_ ر	Среднесуточная производительность локомотива ВЛ10 / т-км брутто/сутки	ВЛ11 / Проект	т-км б/сутки.	
	Батуми-Гардабани			692 180
	Гардабани-Батуми			876 523
34	Длина участка	4	KM	
	Батуми-Гардабани			385
	Гардабани-Батуми			385

Зам. началника грузовых перевозок

Зам. началника грузовых перевозок

Началник локомотивного департамента

Зам. Началник локомотивного департамента

Началник отдела локомотивного департамента

ОО Грузинская железная дорога Директор фили<u>ала грузовых</u> перевозок

Г.Гурамишвили

Приложение №3

## дополнительные параметры для расчёта техническо-экономического обоснования

Nº n/n	Наименование параметра	Ед. изм.	Базовый (ВЛ10/ВЛ11) / Проект
	коеффициент учитывающий соотношение массы поезда нетто к массе брутто		1
	коеффициент учитывающий кратность тяги Гардабани-Хашури		1
	коеффициент учитывающий кратность тяги Хашури-Зестафони		2,58
	коеффициент учитывающий кратность тяги Зестафони-Батуми		1
	коеффициент учитывающий неравномерность движения		1,15
	расходную ставку на 1 ткм брутто учитывающую долю зависящих от размера грузооборота расходов по текущему содержанию главных путей и отчисления от амортизации строения пути	дол.США	0,0039

Зам. началника грузовых перерозок

Зам. началника грузовых перевозок

Началник локомотивного департамента

Зам. Началник локомотивного департамента

Началник отдела локомотивного департамента

----

## ОО Грузинская железная дорога

Директор филиала грузовых перевозок

Г.Гурамишвили

Приложение №4

дополнительные параметры для расчёта техническо-экономического обоснования

Nº ⊓/⊓	тип ремонта	количеств о ремонтов за срок службы (33 г) на один електрово	стоимость единицы ремонта	стоимость за срок службы (33 г) на единицу	стоимость за один год на 36 электровозов	стоимость за срок службы (33 г) на 36 электровозов
1		ед.	дол.США	дол.США	дол.США	дол.США
2	TO - 2	5626	240	1 350 240	1 472 989	48 608 640
3	в том числе расходы на зкипировочные материалы: (то 2)		-			
4	расходы на песок		2,49			
5	расходы на смазку для системы гребнесмазывания		0,20			
6	расходы на тормозные колодки		6 -			
7	расходы на накладки полозов токоприемника		3			
8	TO - 3	198	960	190 080	207 360	6 842 880
9	TP - 1	177	1 750	309 750	337 909	11 151 000
10	TP - 2	11	3 200	35 200	38 400	1 267 200
11	TP - 3	5	54 946	274 730	299 705	9 890 280
12	KP-1	3	450 000	1 350 000	1 472 727	48 600 000
13	KP - 2	2	720 000	1 440 000	1 570 909	51 840 000
14	итого			4 950 000	5 400 000	178 200 000

Зам. началника грузовых перевозок

Зам. началника грузовых перевозок

Началник локомотивного департамента

Зам. Началник локомотивного департамента

Началник отдела локомотивного департамента

10

ОО Грузинская железная дорога Директор филиала грузовых перевозок

7.Гурамишвили

Исходные параметры для расчёта техническо-экономического обоснования

№ п/п	Наименование параметра	Ед. изм.	Базовый (ВЛ10/ВЛ11) Проект		
	стоимость базового электровоза ВЛ10 / ВЛ11	дол.США	3 150 000		
	продолжительность простоя транзитных грузовых поездов на участковой станции на участке Гардабани-Батуми	ч	0,6		
	количество участковых станций на участке Гардабани-Батуми	ед	5		
	простой локомотива в пунктах оборота и перецепки Гардабани-Батуми	ч	1,2		
	Среднее время оборота локомотива ВЛ10/ВЛ11/Проект для четного и нечетного направления для Толкачей ( Хашури-Харагаули )				
	Среднее время оборота локомотива ВЛ10/ВЛ11/Проект для четного и нечетного направления ( Хашури-Харагаули)	ч	4,14		
	Хашури-Харагаули	ч	2,07		
	Харагаули-Хашури	ч	2,07		
	Среднее время простоя локомотива за оборот Хашури-Харагаули	ч	1,88		
	Хашури-Харагаули	Ч	0,94		
	Харагаули-Хашури	ч	0,94		
	продолжительность простоя транзитных грузовых поездов на участковой станции на участке. Хашури-Харагаули	ч	0,17		
	количество участковых станций на участке Хашури-Харагаули (Остановки в Чётном направлении )	ед	2		
	простой локомотива в пунктах оборота и перецепки. Хашури-Харагаули	ч	1,2		
	Хашури-Харагаули		41		
	уклон лимитного участка		29		

Зам. началника грузовых перевозок

Зам. началника грузовых перевозок

Началник локомотивного департамента

Зам. Началник локомотивного департамента

Началник отдела локомотивного департамента

