

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

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

г. Верхняя Пышма  
2014г.

# 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.....	23
4.4. Расчет лимитной цены электровоза 2ЭС10 .....	27
5. Расчет технико-экономической эффективности при замещении локомотивного парка Грузинской железной дороги на электровозы 2ЭС10 .....	28
Заключение .....	33

## 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 были 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 были 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 2016г. 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.

---

<sup>1</sup>ГЖД - государственная транспортная компания, занимающаяся обслуживанием и эксплуатацией железных дорог Грузии.

<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 Свердловская обл., г.Верхняя Пышма.

## 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 Тбилиским электровозостроительным заводом. Имеются локомотивы следующих серий: ВЛ22м, ВЛ8, ВЛ10у, ВЛ11м, 4Е10. На сегодняшний день в грузовом движении активно используются магистральные электровозы ВЛ10 и ВЛ11 различных модификаций (ВЛ11, ВЛ11.8, ВЛ11М). Средний возраст электровозов серии ВЛ10 составляет 35 лет, в основном используются электровозы 1972 – 1977 годов выпуска, по электровозам ВЛ11 средний 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.

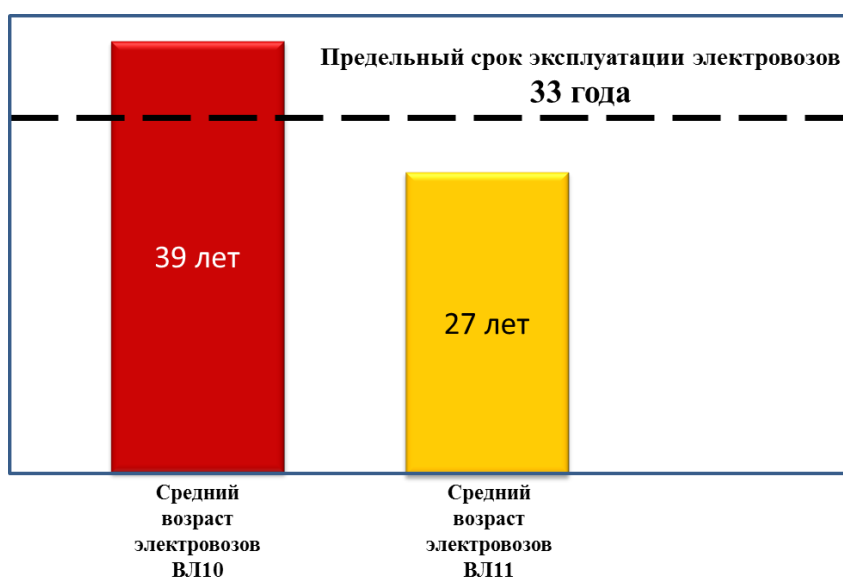


Рисунок 1 – Диаграмма сравнения сроков службы используемого ТПС

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 29,3% 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, 11), в нечетном – 2129 тонн (весовая норма - 3000 тонн с тремя электровозами ВЛ10, 11). 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 доработки 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 AG. Предусмотрена возможность работы электровоза по системе многих единиц, а также автономная работа одной секции электровоза.

#### **Основные отличия электровоза 2ЭС10**

- 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 ремонтпригодность
- Наличие системы рекуперации, повышающей энергоэффективность электровоза, а так же возможностью 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 2ЭС10 – в соответствии с техническими условиями 2ЭС10.00.000.000 ТУ с учетом извещения 2ЭС10.79-2016

Таблица 1 - Технические параметры

Наименование параметров	Значения параметров		
	ВЛ10	ВЛ11 (8, М)	2ЭС10
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Осевая формула	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )
Масса с 2/3 запаса песка, т	184	184	200
Нагрузка на ось, кН (тс)	225 (23)	225 (23)	245 (25)
Мощность на валах тяговых двигателей, кВт:			
- максимальная;	-	-	8800
- часового режима;	5200	5360	-
- продолжительного режима	4500	4600	8400
Номинальное напряжение (род тока постоянный), кВ	3,0	3,0	3,0
Сила тяги, кН:			
- часового режима;	384	387	-
- продолжительного режима;	313,7	314	538
- при трогании с места	-	-	784
Скорость, км/ч:			
- конструкционная;	100	100	120
- часового режима;	47,3	48,7	-
- продолжительного режима	50	51,2	55-120
Передаточное отношение зубчатой передачи	88/23 (3,826)	88/23 (3,826)	107/17 (6,29)
Высота оси автосцепки от головки рельса при новых бандажах, мм	980-1080	980-1080	980-1080
Диаметр колеса по кругу катания при новых бандажах, мм	1250	1250	1250
Наименьший радиус проходимых кривых при скорости 10 км/ч, м	125	125	125
Длина электровоза по осям автосцепки, мм	32840	32840	34000
Мощность электрического рекуперативного тормоза на валах тяговых двигателей, кВт, не менее	-	-	8400
Мощность электрического реостатного тормоза, кВт, не менее	-	-	5600
Срок службы, годы	33	33	40
Наличие системы лубрикации	нет	нет	есть

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

Таблица 2 - Периодичность выполнения технических обслуживаний и ремонтов

Вид ремонта	Период между ТО и ремонтами	
	ВЛ10 (11)	2ЭС10
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>4</i>
Капитальный ремонт (КР-2)	2 100 000 км	3 200 000 км
Средний ремонт (СР)	700 000 км	1600 000 км
Текущий ремонт (ТР3)	350 000 км	800 000 км
Текущий ремонт (ТР2)	175 000 км	400 000 км
Текущий ремонт (ТР1)	25 000 км	200 000 км
Техническое обслуживание (ТО3)	12 500 км	-
Техническое обслуживание (ТО2)	Не более 48 часов	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 перегонном является Марелиси - Лихи с руководящим уклоном до 29,3‰ в нечетном и до 20,9‰ в четном направлениях. 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.

При существующих средних массах поездов 2696 тонн в четном и 2129 тонн в нечетном, возможно осуществление вождением данных поездов одним электровозом 2ЭС10 в двухсекционном исполнении. При весовых нормах 3500 тонн в четном и 3000 тонн в нечетном направлениях, теоритически так же возможно использование одного электровоза 2ЭС10 в двухсекционном исполнении, но применительно к нечетному направлению необходимо использовать 1 электровоз ВЛ10 (ВЛ11) в качестве

подталкивающего локомотива. На основании проведенных теоретических тяговых расчетов, 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	
			2ЭС10	ВЛ10 (ВЛ11)
Среднестатистическая масса поезда, тонн	четное	2696	1	1 + 1 толкач
	нечетное	2129	1	1 + 2 толкач
Весовая норма поезда, тонн	четное	3500	1	1 + 1 толкач
	нечетное	3000	1 + 1 толкач	1 + 2 толкача
Перспективная весовая норма поезда, тонн	четное	3700	1 + 1 толкач	1 + 1 толкач
	нечетное	3000	1 + 1 толкач	1 + 2 толкача



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

Расчет требуемого парка локомотивов для участка Батуми - Гардабани выполнен на основании расчетной формулы<sup>3</sup> :

$$M_n = \frac{K_m \times K_l}{(1 - \alpha_l) \times 24} \times \left( \frac{2 \times L_p}{V_{уч}} + t_l \right) \times n_{сп}$$

где  $K_m$  - коэффициент, учитывающий кратность тяги;

$K_l$  - коэффициент, учитывающий неравномерность движения;

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

$L_p$  - длина расчетного участка;

$V_{уч}$  - участковая скорость;

$t_l$  - среднее время простоя;

$n_{сп}$  - число поездов в груженом направлении, пар поездов в сутки.

Число поездов в груженом направлении определяется по формуле:

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

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

365 - количество дней в году

$Q_{сп}$  - средний вес поезда, т;

$\gamma$  - соотношение массы поезда нетто к массе брутто

Результаты расчетов представлены в таблице 4

<sup>3</sup> Приложение №2 «Методика определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта», утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 27.12.2007 г. №2459р.

Таблица 4 – потребный парк локомотив

<b>Наименование</b>	<b>ВЛ10, ВЛ11</b>	<b>2ЭС10</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Коэффициент учитывающий неравномерность движения	1,15	1,15
Коэффициент учитывающий кратность тяги	1,00	1,00
Доля неисправных локомотивов, зависящая от величины межремонтных пробегов, времени простоя локомотива на плановых и внеплановых ремонтах	0,10	0,04
Длина расчетного участка в км	385	385
Длина расчетного участка в км (туда, обратно)	770	770
Участковая скорость	27,5	27,5
Среднее время простоя	2,5	2,5
Объем перевозок в груженом направлении, т	14 046 158	14 046 158
Количество дней в году	365	365
Средний вес поезда, т	1 736	2 850
Соотношение массы поезда нетто к массе брутто	1,00	1,00
<b>Итого потребный парк</b>	<b>36</b>	<b>21</b>
Коэффициент учета роста производительности 2ЭС10 по сравнению с ВЛ10, ВЛ11	1,7513	

## **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:

$$\text{СЖЦ} = \text{Ц}_{\text{пр}} + \sum_{t=1}^T (\text{И}_t + \Delta\text{К}_t - \text{Л}_t) \times \alpha_t,$$

где  $\text{Ц}_{\text{пр}}$  - цена приобретения объекта, руб.;



$I_t$ - годовые эксплуатационные расходы, руб.;

$\Delta K_t$ - сопутствующие единовременные затраты, руб.;

$L_t$  - ликвидационная стоимость объекта, руб.;

$T$  - конечный год эксплуатации, установленный ТТ, ТЗ, ТУ;

$\alpha_t$ - коэффициент дисконтирования.

Коэффициент дисконтирования для постоянной нормы дисконта определяется из выражения:

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

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

$T$  – горизонт расчета (продолжительность жизненного цикла);

$E$  – норма дисконта (ставка дисконтирования принята 11,2%).

Расчет годовых текущих расходов ( $I_t$ ), 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 внепоездной 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 депокских 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.

### 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.

Таблица 5 - Результаты тягового расчета

Наименование показателей	Электровозы	
	ВЛ10 (ВЛ11)	2ЭС10
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Удельный расход электроэнергии в груженом направлении на расчетном участке, кВтч/10 <sup>4</sup> ткм бр. <sup>4</sup>	243,5	91,5
Средняя масса грузового поезда, т	1 736	2 850
Среднегодовой пробег, км	120 000	120 000
Общий расход электроэнергии одним локомотивом в год, тыс. кВтч	5 072	3 129

<sup>4</sup> Удельный расход электроэнергии для электровоза 2ЭС10 с учетом рекуперации

Наименование показателей	Электровозы	
	ВЛ10 (ВЛ11)	2ЭС10
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Стоимость электроэнергии за кВтч, руб	1,75	1,75
Стоимость электроэнергии в расчете на один локомотив в год, тыс. руб.	8 876	5 476
Потребный парк	36	21
Стоимость электроэнергии в расчете на парк локомотивов на один год, тыс. руб.	<b>319 541</b>	<b>115 002</b>

Экономия годовых эксплуатационных расходов по электроэнергии на потребный парк локомотив составит – 204 540 тыс. рублей за год

**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. 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

Вид ремонта	Количество за срок службы, шт.	
	ВЛ10 (ВЛ10У) <sup>5</sup>	2ЭС10
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Капитальный ремонт (КР)	2	1
Средний ремонт (СР)	3	1
Текущий ремонт (ТР3)	5	3
Текущий ремонт (ТР2)	11	6
Текущий ремонт (ТР1)	177	12
Техническое обслуживание (ТО3)	198	0
Техническое обслуживание (ТО2)	5 626	215

<sup>5</sup> По данным ГЖД

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

Вид ремонта	Электровозы	
	ВЛ10 (ВЛ11)	2ЭС10
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Расходы на ТО и ремонт одного локомотива, тыс. руб./год	5 230	6 217
Потребный парк	36	21
Стоимость ТО и ремонтов в расчете на парк локомотивов на один год , тыс. руб.	<b>188 285</b>	<b>130 564</b>

Техническое обслуживание и ремонты по электровозам 2ЭС10 рассчитаны согласно техническим условиям 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; и накладные расходы с учетом содействия ГЖД в части безвозмездного предоставления производственных мощностей с необходимой 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 на устранение последствий аварийных ситуаций, не подлежащей эксплуатации локомотивов, актов вандализма, обстоятельств непреодолимой силы, форс-мажорных 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 ТО и ремонты по парку локомотивов ВЛ10, ВЛ11 приняты в соответствии с данными представленными Грузинской железной дорогой.

Экономия годовых эксплуатационных расходов на годовой цикл ТО и ТР на парк локомотив составит – 57 722 тыс. руб.

**Расходы на оплату труда локомотивных бригад** определены с учетом числа локомотивных бригад, обслуживающих 1 электровоз, годового фонда рабочего времени и количества локомотивов в эксплуатации. Стоимость 1 бригадо – часа локомотивной бригады с учетом отчислений по социальному налогу принята по данным,



предоставленным специалистами Грузинской железной дороги. Итоговые значения расходов на оплату труда локомотивных бригад представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Расходы на оплату труда локомотивных бригад

Вид ремонта	Электровозы	
	ВЛ10 (ВЛ11)	2ЭС10
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Стоимость одного бригадо-часа локомотивной бригады в грузовом движении, с учетом отчислений	264	264
Число локомотивных бригад, обслуживающих 1 электровоз с учетом больничных и отпусков	4,2	4,2
Годовой фонд рабочего времени 1 бригады	4 460	4 460
Расходы на оплату труда локомотивных бригад на один локомотив, тыс. руб./год <sup>6</sup>	4 945	4 945
Парк локомотивов, ед.	36	21
Расходы на оплату труда локомотивных бригад на парк локомотивов, тыс. руб./год	<b>178 029</b>	<b>103 850</b>

Экономия годовых эксплуатационных расходов на оплату труда локомотивных бригад по парку составит – 74 179 тыс. рублей за год.

**Расходы на содержание верхнего строения пути** определяются в соответствии с методическими указаниями по определению СЖЦ годовые затраты на текущее содержание и амортизацию верхнего строения пути на основании выполненной тонно-км работой и единичной ставкой на 1 ткм и рассчитываются по формуле:

$$I_{\text{Ткм}} = e_{\text{Ткм}} \times P_{\text{лок}} \times S_{\text{Год}},$$

где,  $e_{\text{Ткм}}$  – 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, руб/ткм брутто;

$P_{\text{лок}}$  – вес локомотива, т;

$S_{\text{Год}}$  – годовой пробег электровозов, км

<sup>6</sup> По данным ГЖД

Расчет затрат на содержание верхнего строения пути представлен в таблице 9.

Таблица 9 Расходы на содержание верхнего строения пути

Показатели	Значение показателей по электровозу	
	ВЛ10 (ВЛ11)	2ЭС10
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Расходная ставка на 1 ткм брутто, руб./ткм	13,6	13,6
Вес локомотива, т	184	200
Годовой пробег электровозов, км <sup>7</sup>	120 000	120 000
Годовые расходы на содержания верхнего строения пути одного локомотива тыс.руб./год	300,36	326,48
Парк локомотивов, ед.	36	21
Годовые расходы на содержания верхнего строения пути на парк локомотивов тыс.руб./год	<b>10 813</b>	<b>6 856</b>

Экономия годовых эксплуатационных расходов на содержание верхнего строения пути по парку составит – 3 957 тыс. рублей за год.

Итого результаты по годовым эксплуатационным расходам представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Годовые эксплуатационные расходы по сравниваемым электровозам

Показатели	Значение показателей по парку электровозов, тыс.руб.	
	ВЛ10(11)	2ЭС10
Количество (единиц)	36	21
Годовые эксплуатационные расходы на:		
- электроэнергию	319 541	115 002
- техническое обслуживание и ремонт	118 285	130 564
- оплату труда локомотивных бригад	178 029	103 850
- содержание верхнего строения пути	10 813	6 856
<b>ИТОГО</b>	<b>696 668</b>	<b>356 272</b>
<b>Экономия годовых эксплуатационных расходов на парк</b>		<b>340 397</b>

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

Сводные данные о стоимости жизненного цикла представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Сводные данные о стоимости жизненного цикла (40 лет)

Вид ремонта	Электровозы	
	ВЛ10 (ВЛ11)	2ЭС10
Цена локомотивов в текущих ценах, тыс. руб. (без НДС)	109 833	225 000 <sup>8</sup>
Необходимый парк локомотивов, для перевозки годового объема, ед.	36	21
Общий объем инвестиций на парк локомотивов с учетом дисконтирования, тыс. руб.	3 953 988	4 725 000
Эксплуатационные расходы (с учета дисконтирования), тыс. руб.	6 817 900	3 486 630
Стоимость жизненного цикла, (с учетом дисконтирования) тыс. руб.	10 856 541	8 211 630

### 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:

$$\mathcal{E}_n = C_{\bar{\sigma}} \times (K_n \times K_{\sigma} - 1) + \Delta LCC' + \mathcal{E}_k + \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_s,$$

где,

$C_{\bar{\sigma}}$  - цена базового электровоза;  $C_{\bar{\sigma}} = 109\,833$  тыс. руб.

<sup>8</sup> Цена рассчитана в июле 2014 года (6 450 тыс \$, при среднем курсе - 34,88 руб/\$), используется в расчетах технико-экономического обоснования и не может рассматриваться в качестве цены предложения

$K_n$  - коэффициент учета роста производительности нового электровоза 2ЭС10 по сравнению с базовым электровозом в целом,  $K_n=1,7513$  (таблица 4);

$K_\delta$  - коэффициент, учитывающий изменения срока службы электровоза 2ЭС10 по сравнению с базовым электровозом:

$T_\delta$  = срок службы локомотива ВЛ10, ВЛ 11 - 33 года

$T_n$  = срок службы локомотива 2ЭС10 - 40 лет

$K_\delta=(1/T_\delta+E)/(1/T_n+E) = (1/33+0,1)/(1/40+0,1)= 1,0387$

$E=0,112$  – норма дисконта;

$\Delta LCC' = \Delta LCC'_\delta - \Delta LCC'_n$  – экономия затрат жизненного цикла при использовании электровоза 2ЭС10 по сравнению с базовым локомотивом ВЛ11 без учета прямых инвестиций в приобретение машин и амортизации в составе эксплуатационных расходов.

Расчет стоимости жизненного цикла сравниваемых электровозов без учета их первоначальной стоимости приведен ниже в таблицах 12 и 13.

$\mathcal{E}_k$  – эффект от изменения качества перевозок, учитываются такие факторы, как скорость доставки грузов, степень их сохранности, надежность технических средств, безопасность перевозок;

$\mathcal{E}_c$  – социальный эффект. Социальными результатами осуществления проекта являются улучшение условий труда работников локомотивных бригад и улучшение состояния их здоровья;

$\mathcal{E}_\varepsilon$  - 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 ВЛ11 электровозом составила:

$$\mathcal{E}_n = 109\,833 \times (1,7513 \times 1,0387 - 1) + (331\,677 - 166\,030) = 255\,609 \text{ тыс. руб.}$$



Таблица 12

Расчет стоимости жизненного цикла базового электровоза ВЛ11<sup>9</sup>

год	Текущие затраты				Всего затрат	Коэф. дисконтирования	Затраты ЖЦ
	Электроэнергия	ТО и ремонт	Содержание локомотивных бригад	Содержание пути			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	15 545	9 160	8 661	526	33 892	1,00	33 892
2	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,90	30 478
3	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,81	27 408
4	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,73	24 648
5	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,65	22 165
6	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,59	19 933
7	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,53	17 925
8	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,48	16 120
9	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,43	14 496
10	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,38	13 036
11	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,35	11 723
12	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,31	10 542
13	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,28	9 481
14	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,25	8 526
15	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,23	7 667
16	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,20	6 895
17	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,18	6 200
18	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,16	5 576
19	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,15	5 014
20	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,13	4 509
21	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,12	4 055
22	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,11	3 647
23	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,10	3 279
24	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,09	2 949
25	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,08	2 652
26	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,07	2 385
27	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,06	2 145
28	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,06	1 929
29	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,05	1 734
30	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,05	1 560
31	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,04	1 403
32	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,04	1 261
33	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,03	1 134
34	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,03	1 020
35	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,03	917
36	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,02	825
37	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,02	742
38	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,02	667
39	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,02	600
40	15 545	9 160	8 661	526	33 892	0,02	540
<b>ВСЕГО</b>	<b>621 802</b>	<b>366 388</b>	<b>346 430</b>	<b>21 041</b>	<b>1 355 661</b>		<b>331 677</b>

<sup>9</sup> С учетом коэффициента производительности

Таблица 13

## Расчет стоимости жизненного цикла электровоза 2ЭС10

год	Текущие затраты				Всего затрат	Коэф. дисконтирования	Затраты ЖЦ
	Электроэнергия	ТО и ремонт	Содержание локомотивных бригад	Содержание пути			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	5 476	6 217	4 945	326	16 965	1,00	16 965
2	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,90	15 257
3	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,81	13 720
4	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,73	12 338
5	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,65	11 095
6	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,59	9 978
7	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,53	8 973
8	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,48	8 069
9	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,43	7 256
10	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,38	6 526
11	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,35	5 868
12	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,31	5 277
13	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,28	4 746
14	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,25	4 268
15	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,23	3 838
16	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,20	3 451
17	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,18	3 104
18	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,16	2 791
19	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,15	2 510
20	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,13	2 257
21	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,12	2 030
22	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,11	1 825
23	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,10	1 642
24	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,09	1 476
25	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,08	1 328
26	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,07	1 194
27	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,06	1 074
28	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,06	965
29	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,05	868
30	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,05	781
31	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,04	702
32	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,04	631
33	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,03	568
34	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,03	511
35	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,03	459
36	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,02	413
37	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,02	371
38	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,02	334
39	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,02	300
40	5 476	6 217	4 945	326	16 965	0,02	270
<b>ВСЕГО</b>	<b>219 051</b>	<b>248 693</b>	<b>197 810</b>	<b>13 059</b>	<b>678 613</b>		<b>166 030</b>

#### 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:

$$C_{л} = C_{б} \cdot K_{м} + K_{э} \cdot \mathcal{E}_{н},$$

где  $C_{б}$  - цена базового электровоза ВЛ11 с учетом изменения производительности, тыс. руб.;

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

$K_{э}$  - 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  $K_{э}$  принят равным 0,7

$\mathcal{E}_{н}$  - полезный эффект от применения новой техники (расчет приведен в разделе 4.3.)

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

$$C_{л} = 109\,833 \times 1,7513 \times 0,9 + 0,7 \times 255\,609 = 352\,042 \text{ тыс. руб.}^{10}$$

<sup>10</sup> 10 093 тыс.долл США ( при среднем курсе в июля 2014г - 34,88 руб.)

## 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 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:

$$\text{Эт} = P_T - Z_T = \sum_{t=1}^T (Pt - Zt) \times \alpha_t - \sum_{t=1}^T Kt \times \alpha_t$$

где  $P_T$  - стоимостная оценка результатов. В данном случае это экономия эксплуатационных расходов от использования в грузовом движении нового электровоза 2ЭС10 по сравнению с базовым электровозом ВЛ10 (ВЛ11);

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

$K_t$  - единовременные затраты в году  $t$ ;

$\alpha_t$  - 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:

$$\text{Эт} = \sum_{t=0}^T (\Delta И_t - \Delta Н_t \mp \Delta К_t) \times \alpha_t$$

где  $\Delta И_t$  - экономия годовых эксплуатационных расходов в год  $t$  расчетного периода.;

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

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

$t$  - номер шага расчета ( $t = 0, 1, 2, \dots, T$ ),

$T$  - горизонт расчета. В качестве горизонта расчета принят срок службы нового электровоза 2ЭС10, 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.

В таблице 14 приведен расчет чистого дисконтированного дохода от замены базового электровоза новым 2ЭС10.

Также произведен расчет срока окупаемости единовременных затрат. 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 17,7 млн. руб.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> В ценах июля 2014г. на объем потребного парка для электровоза 2ЭС10



Таблица 14. Расчет дисконтированного дохода от замены базового электровоза ВЛ10 (ВЛ 11) 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
<b>Единовременные расходы:</b>																				
Стоимость электровоза ВЛ10(11) ( с учетом коэф.производительности)	192 354																			
<b>Эксплуатационные расходы:</b>																				
1.Расходы на энергоресурсы	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545
2.ТО и ремонт	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160
3.Расходы на ремонт и содержание пути	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526
4.Содержание локомотивных бригад	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661
<b>Всего эксплуатационных расходов</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>
<b>Денежный поток</b>	<b>226 245</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>
<b>Единовременные расходы:</b>																				
Стоимость электровоза 2ЭС10	225 000																			
Сопутствующие единовременные затраты	17 685																			
<b>Эксплуатационные расходы:</b>																				
1.Расходы на энергоресурсы	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476
2.ТО и ремонт	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217
3.Расходы на ремонт и содержание пути	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326
4.Содержание локомотивных бригад	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945
<b>Всего эксплуатационных расходов</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>
<b>Денежный поток</b>	<b>259 650</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>
Разность денежных потоков	-33 405	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926
Налог на прибыль	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385
Чистый денежный поток	-36 790	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541
Коэффициент дисконтирования	1,00	0,899	0,809	0,727	0,654	0,588	0,529	0,476	0,428	0,385	0,346	0,311	0,280	0,252	0,226	0,203	0,183	0,165	0,148	0,133
Дисконтированный денежный поток	-36 790	12 177	10 951	9 848	8 856	7 964	7 162	6 440	5 792	5 208	4 684	4 212	3 788	3 406	3 063	2 755	2 477	2 228	2 003	1 802
Чистый дисконтированный доход	-36 790	-24 613	-13 662	-3 815	5 041	13 005	20 167	26 607	32 399	37 607	42 291	46 503	50 291	53 697	56 761	59 515	61 993	64 220	66 224	68 025

Наименование\годы	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
<b>Единовременные расходы:</b>																					
Стоимость электровоза ВЛ10(11) (с учетом коэф.производительности)													109 833							-83 207	
<b>Эксплуатационные расходы:</b>																					
1.Расходы на энергоресурсы	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	15 545	
2.ТО и ремонт	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	9 160	
3.Расходы на ремонт и содержание пути	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	526	
4.Содержание локомотивных бригад	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	8 661	
<b>Всего эксплуатационных расходов</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	
<b>Денежный поток</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>143 725</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>33 892</b>	<b>-49 315</b>
<b>Единовременные расходы:</b>																					
Стоимость электровоза 2ЭС10																					
Сопутствующие единовременные затраты																					
<b>Эксплуатационные расходы:</b>																					
1.Расходы на энергоресурсы	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	5 476	
2.ТО и ремонт	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	6 217	
3.Расходы на ремонт и содержание пути	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	
4.Содержание локомотивных бригад	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	4 945	
<b>Всего эксплуатационных расходов</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	
<b>Денежный поток</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	<b>16 965</b>	
Разность денежных потоков	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	126 759	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	16 926	-32 350
Налог на прибыль	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	3 385	20 027
Чистый денежный поток	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	123 374	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	13 541	-52 377
Коэффициент дисконтирования	0,120	0,108	0,097	0,087	0,078	0,070	0,063	0,057	0,051	0,046	0,041	0,037	0,033	0,030	0,027	0,024	0,022	0,020	0,018	0,016	
Дисконтированный денежный поток	1 620	1 457	1 310	1 178	1 060	953	857	771	693	623	560	504	4 129	408	367	330	296	267	240	-834	
Чистый дисконтированный доход	69 646	71 103	72 413	73 591	74 651	75 603	76 460	77 231	77 924	78 547	79 107	79 611	83 741	84 148	84 515	84 844	85 141	85 407	85 647	84 813	

## Чистый дисконтированный доход и срок окупаемости электровоза 2ЭС10

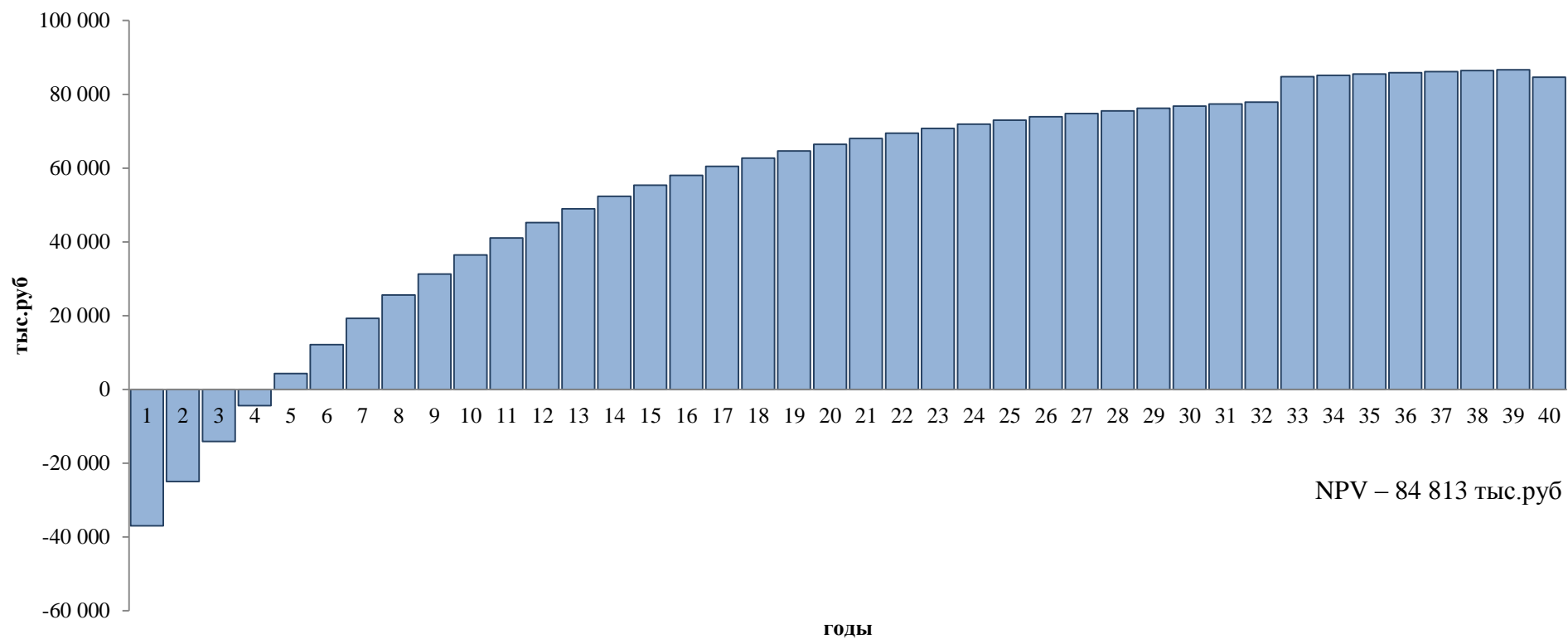


Рисунок 6 - Срок окупаемости и NPV

## Заключение

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

В основу расчета были положены результаты тяговых расчетов, выполненных на профиле 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.<sup>12</sup>

При замене локомотивного парка ВЛ10, ВЛ11 новыми локомотивами 2ЭС10, потребный парк снижается на 41% (с 36 ед. до 21 ед.), за счет:

- увеличения межремонтных пробегов и снижения времени простоя на ТО и ремонтах;
- снижения количества локомотивов – толкачей (или полного их исключения).

Эксплуатация нового электровоза 2ЭС10 (не включая стоимость его приобретения) обеспечит снижение затрат на 165 647 тыс. руб. (с учетом дисконтирования) или на 50% (с 331 677 тыс. руб. до 166 030 тыс. руб., см. табл. 12, табл. 13) по отношению к ВЛ10 (ВЛ11). Следовательно, эксплуатация потребного парка электровозов 2ЭС10 в количестве 21 ед. (не включая стоимости их приобретения) обеспечит снижение затрат на 3 478 591 тыс. руб. (с учетом дисконтирования) по отношению к существующему парку локомотивов ВЛ10 (ВЛ11) ГЖД.

При замещении одного электровоза ВЛ10 (ВЛ11) на локомотив серии 2ЭС10 чистый дисконтированный доход за период эксплуатации (40 лет) составит - 84 813 тыс. руб. (см. табл. 14), срок окупаемости - 5 лет (см. табл. 14, рис. 6).

<sup>12</sup> Входные данные по электровозам ВЛ10 (ВЛ 11) для расчета технико-экономического обоснования были получены от ГЖД.