

Экономическое обоснование вариантов развития сбора и удаления
коммунальных отходов на территории г. Слонима и
Слонимского района

Оглавление

1. Общие сведения	3
1.1 Спецтехника.....	3
1.2 Характеристики RDF-топлива.....	11
2 Показатели эффективности проекта.....	16
2.1 Вариант 1 – отдельный сбор органических отходов	16
2.1.1 Затраты.....	16
2.1.2 Выручка.....	20
2.1.3 Необходимые инвестиции в проект	23
2.2 Вариант 2 – производство RDF-топлива	24
2.2.1 Затраты.....	24
2.2.2 Выручка.....	28
2.2.3 Необходимые инвестиции в проект	30
2.3 Сравнение общих сумм инвестиций по двум вариантам	31
2.4 Годовые инвестиции	32
2.5 Экономическая эффективность проекта	32

1. Общие сведения

Перспектива развития системы сбора и удаления коммунальных отходов г. Слонима и Слонимского района (далее – Перспективная схема) предусматривает:

модернизацию парка спецавтотранспорта в части приобретения специализированной техники для организации процесса обращения с отходами;

организация процесса изготовления RDF-топлива и его использования мощностями Слонимского ГУП ЖКХ;

организация процесса передачи органических отходов сторонним организациям для дальнейшего их использования;

организация процесса использования органических отходов, не подлежащих передачи для использования сторонним организациям, компостированием с целью озеленения территории г. Слоним и агрогородков Слонимского района, а также для пересыпки карт полигона;

создание площадки для компостирования.

1.1 Спецтехника

Спецавтотранспорт с крано-манипуляторной установкой (мультилифт)

На базе Слонимского ГУП ЖКХ на момент проведения исследования располагаются 2 единицы спецавтотранспорта с крано-манипуляторным механизмом: ЗИЛ 431610 и МАЗ 4371W1-441. Автомобиль марки МАЗ 4371W1-441 был приобретен в 2018 году и степень его износа составляет только 7,3 %. Автомобиль марки ЗИЛ 431610 был приобретен в 1991 году и степень его износа составляет 100 %.

Автомобили с крано-манипуляторным механизмом необходимы для удаления отходов с мест временного хранения в контейнерах объемом 12 м³, а также для транспортировки этих контейнеров в случае возникновения такой необходимости.

Принимая во внимание тот факт, что ЗИЛ 431610 был приобретен в 1991 году и на сегодняшний день срок его эксплуатации составляет свыше 28 лет, является целесообразным заменить его на новую идентичную единицу спецавтотехники. Для замены рекомендуется приобретение 2ой единицы модели МАЗ 4371W1-441 с крюковым погрузчиком Palfinger ST05_L3805 или аналогичной модели. Внешний вид МАЗ 4374W1-411 с крюковым погрузчиком Palfinger ST05_L3805 представлен на рисунке 1.1. Технические характеристики модели МАЗ 4374W1-411 представлены в таблице 1.1,

технические характеристики крюкового погрузчика Palfinger ST05_L3805 представлены в таблице 1.2.



Рисунок 1.1 -Внешний вид МАЗ 4371W1-411 с крюковым погрузчиком Palfinger ST05_L3805

Таблица 1.1 – Технические характеристики МАЗ 4371W1-441

Характеристики	Значения
1	2
Снаряженная масса автомобиля, кг	4 375-4 575
Технически допустимая грузоподъемность, кг	5 725-5 525
Колесная формула	4×2
Максимальная скорость, км/ч	85 (с электронным ограничением скорости)
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	125 (170)
Расход топлива при 80 км/ч, л	20,1-21,7

Таблица 1.2 – Технические характеристики крюкового погрузчика Palfinger ST05 телескопического типа.

Характеристики	Значения
1	2
Номинальная грузоподъемность, кг	5 000
Длина погрузчика, мм	3 805
Рабочая длина, мм	3 681
Тип управления	Электрическая система управления

Стоимость 1 единицы варьирует от 125 000 до 155 000 руб. (с НДС) в зависимости от типа и модели двигателя (из открытых источников).

Погрузчик-компактор

На полигоне ТКО д. Гринки в настоящий момент разравнивание и уплотнение отходов выполняет бульдозер модели Б10м-1111. Данный

бульдозер был приобретен в 2004 году и эксплуатируется более 15 лет, таким образом степень его износа составляет 100 %. Целесообразной так же является его замена.

Для замены бульдозера рекомендуется погрузчик-компактор для отходов модели АМКОДОР 352СА с металлическими колесами. Преимущество компактеров ТКО заключается в первую очередь в уплотнительных колесах, укрепленных кулачковыми грунтозацепками, что позволяет в большей мере уплотнить отходы после их разравнивания ковшом погрузчика-компактора. Внешний вид погрузчика-компактора АМКОДОР 352СА с металлическими колесами представлен на рисунке 1.2, а технические характеристики в таблице 1.3.



Рисунок 1.2 – Погрузчик-компактор отходов АМКОДОР 352СА с металлическими колесами

Таблица 1.3 - Технические характеристики АМКОДОР 352СА с металлическими колесами

Характеристики	Значения
1	2
Общие	
Грузоподъемность, кг	5 000
Номинальная вместимость ковша, м ³	2,6
Ширина режущей кромки ковша, мм	2 500
Ширина по колесам, мм	2 614
Высота разгрузки, мм	2 950
Колеса передние и задние	Металлические с грунтозацепками, диаметром 1 600 мм, шириной 650 мм
Высота по кабине, мм	3 550
Длина, мм	7 750
Цена, руб.	300 000,00*

* - Взято из открытых источников

Заводом изготовителем предлагаются различные модификации двигателя и рабочих составляющих. Ориентировочная цена погрузчика-компактера с учетом модификаций ориентировочно составляет 190 000,00 руб. с учетом НДС.

Ворошитель

На территории полигона ТКО д. Гринки Слонимского района располагается площадка для компостирования. Компост необходим для повышения плодородности почвы с целью озеленения территории г. Слоним и агрогородков Слонимского района, а также для пересыпки карт полигона для их поэтапного закрытия на рекультивацию. Процесс компостирования незагрязненных органических отходов позволит так же выполнять требования законодательства Республики Беларусь в сфере обращения с отходами, путем существенного уменьшения объемов захоронения.

Ворошитель модели ABONO 2.5T необходим для технологического ускорения процесса компостирования. Ворошитель компоста перемешивает, измельчает и аэрирует компостируемое сырье, обеспечивая свободный доступ кислорода к большей площади поверхности. В результате активного аэрирования начинается процесс переработки бактериями материала, что сопровождается повышением температуры, выделением тепла и как следствие сушкой обрабатываемого материала. Используемые технические средства и автоматизация процессов позволяют следить за тем, чтобы температура в сырье не поднималась выше 60°C, тем самым обеспечивая защиту от потенциального возгорания материала. Подъем температуры до 60°C в процессе компостирования позволяет уничтожить вредные микроорганизмы и

паразитов, присутствующие в исходном материале, а также уменьшить объем, влажность и массу обеззараживаемого сырья.

Внешний вид ворошителя представлен на рисунке 1.3, его технические характеристики в таблице 1.4.



Рисунок 1.3 – Ворошитель ABONO 2.5T

Таблица 1.4 – Технические характеристики ворошителя ABONO 2.5T*

Характеристики	Значения
1	2
Производительность ворошителя, от м ³ /ч	800
Производительность ворошителя, до м ³ /ч	1 400
Длина ротора, мм	2 500
Диаметр ротора, мм	800
Регулируемая высота, мм	300
Максимальная ширина бурта, м	2,5
Максимальная высота бурта, м	1,4
Необходимая мощность трактора, л.с.	≥80
Вес, кг	2 300
Цена, руб.	100 000,00*

Для оптимизации процесса компостирования в комплекте с ворошителем ABONO 2.5T так же рекомендованы к приобретению: комплект оборудования для укрытия буртов (5 342,00 у.е.* или 17 005,00 руб.) и материал для укрытия буртов (105 шт. за 700 у.е.* или 2 228,00 руб.).

Полная стоимость ворошителя с сопутствующим оборудованием и материалами составляет:

$$100\,000,00 + 17\,005,00 + 2\,228,00 = 119\,233,00 \text{ руб.}$$

* - Взято из открытых источников

Погрузчик на линию сортировки (на сайте амкодора)

Погрузчик универсальный АМКОДОР 208 предназначен для механизации погрузочно-разгрузочных работ с сыпучими, кусковыми, объемными и вязкими материалами, что делает его оптимальным для использования на территории станции сортировки г. Слоним.

Основные технические характеристики АМКОДОР 208 представлены в таблице 1.5, внешний вид погрузчика представлен на рисунке 1.4.

Таблица 1.5 – Технические характеристики АМКОДОР 208

Характеристики	Значения
1	2
Грузоподъемность, т	4,7
Схема погрузочного оборудования	Z
Вместимость нормальная ковша (основного), м ³	2,6
Рекомендуемая плотность погружаемого материала, кг/м ³	1,8
Максимальная высота разгрузки, мм	2 850
Размеры и масса	
Длинна машины, мм	8 750
Ширина режущей кромки ковша, мм	2 500
Высота по кабине, мм	3 515
Масса эксплуатационная, кг	18 600
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	154,4 (210,5)
Срок службы, лет	15
Цена, руб.	110 000,00*

* - взято из открытых источников.



Рисунок 1.4 – Внешний вид погрузчика АМКОДОР 208

Спецавтотранспорт (мусоровозы) с задней загрузкой

В связи со сменой контейнеров для боковой загрузки объемом 0,75 м³ и (или) 0,9 м³ на контейнеры для задней загрузки объемом 1,1 м³ необходима также поступательная замена специавтотранспорта для этих контейнеров.

На момент проведения исследования на базе Слонимского ГУП ЖКХ располагается 3 единицы специавтотранспорта боковой загрузки (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Спецавтотранспорт боковой загрузки Слонимского ГУП ЖКХ

Модель	Оборудование	Год выпуска	Расход топлива, л	Грузоподъемность, т.	Степень износа, %
1	2	3	4	5	6
МАЗ 533702-240	КО 4495-33	2015	26,6	6,55	42,7
МАЗ 5902А2	КО 440.00.00	2010	26,6	8,00	85,6
МАЗ 5902А2	КО 440.00.30	2010	26,6	8,00	100

За 1 год степень износа автомобиля составляет ориентировочно 14 %. Таким образом, в процессе реализации перспективной схемы обращения с ТКО и ВМР в результате естественного износа специавтотранспорта, необходимо будет заменить МАЗ 5902А2 с оборудованием КО 440.00.30 и МАЗ 5902А2 с оборудованием КО 440.00.00 и МАЗ 533702-240 с оборудованием КО 4495-33.

В качестве заменяемых моделей рекомендованы аналогичные по своим техническим характеристикам модели (таблица 1.7).

Таблица 1.7 – Спецавтотранспорт, рекомендуемый для замены имеющейся техники боковой загрузки

Модель	Степень износа, %	Грузоподъемность, т.	Замена	Грузоподъемность, т.
1	2	3	4	5
МАЗ 533702-240	42,7	6,55	МАЗ 590425-012	7,0
МАЗ 5902А2	85,6	8,00	МАЗ 6904С3-015	9,6
МАЗ 5902А2	100	8,00	МАЗ 6904С3-015	9,6

Внешний вид спецавтотехники модели МАЗ 6904С3-015 и МАЗ 590425-012 представлены на рисунках 1.5 и 1.6.



Рисунок 1.5 – Внешний вид модели МАЗ 6904С3-015



Рисунок 1.6 – Внешний вид модели МАЗ 590425-012

Стоимость МАЗ 6904С3-015 составляет 237 598,60* руб. (с НДС), стоимость МАЗ 590425-012 составляет 182 450,40* руб. (с НДС).

Общая сумма, необходимая для приобретения спецавтотехники задней загрузки, составляет:

$$237\,598,60 \times 2 = 475\,197,2 \text{ руб.}$$

$$475\,197,2 + 182\,450,40 = 657\,647,60 \text{ руб.}$$

1.2 Характеристики RDF-топлива

В научно-исследовательской работе подпрограммы II ГНТП «Природопользование и экологические риски», 2016-2020 гг. была дана оценка и проведен подбор ТКО, подходящих по своим физико-химическим свойствам для использования в качестве альтернативного топлива. А также проведен сравнительный анализ теплотворной способности ТКО или их отдельных фракций. Данные научно-исследовательской работы использованы для написания п.п 1.2 Характеристики RDF-топлива.

RDF-топливо – это вид отхода, включенный в состав Европейского каталога отходов под номером 19 12 10, получаемый в результате механической и биологической обработки. RDF - топливо получают путем дробления и сушки твердых отходов коммунального, промышленного или коммерческого происхождения.

В исследованиях ЕС показано, что уровень производства RDF-топлива из ТКО может варьироваться от 23 до 50% по массе обработанных отходов в зависимости от используемого процесса обработки и страны

Средняя калорийность RDF - топлива определена в пределах 4200-5200 ккал/кг (низшая теплота сгорания 16-20 МДж/кг.).

После дробления и виброотсеевания подготовленное сырье (пре-RDF топливо) направляется к сушилкам с циклон-фильтрами. После доведения сырья до влажности 15-20% RDF - топливо готово к использованию или к продаже.

Для производства топлива не могут быть использованы и должны быть извлечены из сырья виды отходов, представленные в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Отходы, непригодные для производства RDF топлива

Наименование отхода	Код отхода	Класс опасности
1	2	3
Поливинилхлоридные пластики и пленки	5710818	класс опасности не определен
АБС поливинилхлорид	5711601	3 класс
Отходы, содержащие ПВХ	5711602-5711659	3 класс, 4 класс, класс опасности не определен
Фторопласт и другие отходы, которые его содержат	5712600-5712609	3-й класс, класс опасности не определен

Также должны быть извлечены опасные отходы 1-го, 2-го классов, отходы с неустановленным классом опасности и такие опасные отходы, которые содержат в своем составе свинец, никель, кадмий, ртуть (например, аккумуляторы, батарейки, люминесцентные трубки, термометры).

Теплотворная способность определяется высшей теплотой сгорания (высшая теплотворная способность) — количеством теплоты, которое выделяется при полном сгорании вещества, включая теплоту конденсации водяных паров при охлаждении продуктов сгорания, или низшей теплотой сгорания (низшая теплотворная способность) — количеством теплоты, которое выделяется при полном сгорании, без учета теплоты конденсации водяного пара.

Экспериментальный метод определения высшей теплотворной способности основан на полном сжигании массы отходов в калориметрической бомбе.

В отсутствие данных об элементном составе ТКО используются данные по брутто-формулам отдельных компонентов (таблица 1.9).

Таблица 1.9 – Брутто-формула и содержание отдельных элементов в составе ТКО

Наименование компонента ТКО	Брутто-формула	Молярн. масса	Элементный состав на сухую беззольную массу, мас. %				
			C	H	O	N	S
1	2	3	4	5	6	7	8
Бумага	C580,6H952,3O440,8N,49S	15051,9	46,3	6,3	46,9	0,3	0,2
Дерево	C1321H1904O855,6N4,6S	31542,0	50,3	6,0	43,4	0,2	0,1
Текстиль	C978,8H1396O416,8N70,2S	20825,2	56,4	6,7	32,0	4,7	0,2
Кожа	C404,4H634,9O58,1N57,2S	7202,1	66,7	8,8	12,9	11,1	0,4
Резина	C454,9H69,4NS	5574,2	97,9	1,2	0,0	0,3	0,6
Пластмасса	C3,5H5,0OS	63,075	66,7	7,9	25,4	0,0	0,0
Пищевые отходы	C320,3H570,9O188,4N14,9S	7606,5	50,5	6,7	39,6	2,7	0,4

Для расчета теплоты сгорания отдельного компонента используются справочные данные, показанные в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Справочные данные теплоты сгорания различных веществ

Наименование	Влажность, %	Зольность на сухую массу, %	Теплота сгорания на сухую массу, МДж/кг
1	2	3	4
Пищевые отходы	70	2,0	12,50
Растительные отходы	60	3,8	14,70
Картон	15	3,0	17,50
Бумага	15	8,0	17,60
Прочая макулатура	20	3,0	20,10
Пленка	2	0,1	46,62

Бутылка	2	0,2	22,00
Прочая упаковка	2	2,0	41,63
Прочие полимеры	2	0,1	22,00
Стеклотара	2	98,5	0,15
Прочее стекло	2	100,0	0,15
Черные металлы	3	92,0	0,05
Цветные металлы	3	95,0	0,71
Текстиль	10	8,0	18,84
Дерево	20	2,0	16,45
Комбинированная упаковка	2	5,0	25,00
Электронные отходы	2	8,8	22,00
Прочие комбинированные материалы	2	8,0	12,00
Краски, растворители	2	2,0	31,50
Медицинские отходы	2	2,0	25,00
Прочие опасные отходы	2	2,0	0,71
Строительные отходы	2	100,0	0,00
Прочие инертные материалы	2	100,0	0,00
Подгузники	30	5,0	12,00
Кожа, резина, обувь	2	1,8	33,50
Прочее	8	5,0	12,00
Отсев	30	50,0	7,00

Расширенный список компонентов состава ТКО позволяет более точно задать теплоту сгорания для каждого компонента (таблица 1.11).

Таблица 1.11 – Высшая теплота сгорания при сжигании отходов различных типов. кКал/кг, кДж/кг (сборная таблица от нескольких источников)

Тип отходов	Высшая теплота сгорания	
	кКал/кг	кДж/кг
Ткань - нейлон, найлон = полиамидное синтетическое волокно	7 260	30 700
Прорезиненная ткань	6 050	25 500
Пенопласты – обрезки, крошка	6 750	28 600
Стекловолоконная лента прорезиненная	4 345	18 300
Бумага	3 970-4 150	16 620-17 600
Полиэтиленовая пленка	10 500	44 400
Обрезки ткани, лоскуты	4 200	17 800
Пластмасса	10 000	42 000

Резина	7 645	32 000
Пищевые отходы	1 400	6 000
Кожа	11 000	45 000
Древесный мусор (отходы мебели из разнородных материалов)	4 700	20 000
Свежесрубленная древесина ($W^*=50\ldots 60\%$)	1 940	8 120
Высушенная древесина ($W=20\%$)	3 400	14 240
Щепа	2 610	10 930
Опилки	2 000	8 370
ТКО (усреднен)	2 200	9 000

Из представленного выше анализа можно сделать вывод о том, что наибольшей теплотой сгорания обладают следующие виды отходов: пластмассы, полимерные пленки, кожа, резина, текстиль. После решения вопроса, связанного с высоким содержанием хлора в некоторых пленках и пластмассах, данный перечень отходов предлагается использовать для производства альтернативного топлива.

Токсичные органические соединения полностью разрушаются в пламени при температуре свыше $> 2000\text{ }^{\circ}\text{C}$. В связи с этим рекомендован к приобретению котел, работающий на высоких ($>2\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$) температурах.

Для оценки экологической выгоды от использования альтернативного вида топлива по сравнению с традиционным захоронением ТКО на полигонах были рассчитаны выбросы ПГ от захоронения того количества отходов, которое, согласно нашим расчетам, могут быть использованы для производства RDF – топлива.

Выбросы метана от захоронения коммунальных отходов и сравнительный анализ количества выбросов ПГ в эквиваленте CO_2 при использовании ТКО в качестве альтернативного топлива и при захоронении аналогичного количества ТКО на свалках твердых коммунальных отходов приведены в таблице 1.12.

Для расчетов были использованы Руководящие принципы МГЭИК 2006, том 5 Отходы. Выбросы метана были рассчитаны с использованием следующего уравнения для расчета выбросов по методу уровня 1:

$$CH_4 = \left(MSW_T \times MSW_F \times MSF \times DOC \times DOC_F \times \frac{16}{12} - R \right) \times (1 - OX); \quad (1)$$

Где: MSW_T – общий объем образования ТКО, Гг/год;

MSW_F – доля ТКО, захороненных на свалках;

MSF – коэффициент коррекции потока метана (доля);

DOC – доля потенциально разлагаемого органического углерода;

DOC_F – доля органического вещества, которая фактически разлагается;

F – доля метана в образующихся на свалках газах (типичное значение 0,5);

R – утилизированный метан, Гг/год;

OX – коэффициент окисления (обычно 0).

Таблица 1.12 – Выбросы ПГ от захоронения ТКО и использования ТКО в качестве АТ, Гг в CO₂ эквиваленте

	Количество захораниваемых ТКО, тыс. тонн	Выбросы CH ₄ при захоронении ТКО, в эквиваленте CO ₂ , Гг	Выбросы CH ₄ в эквиваленте CO ₂ при использовании ТКО в качестве АТ, Гг
2021	14,193	0,9813	0,0192
2022	16,953	1,1722	0,04577
2023	13,128	0,9077	0,0177

Как видно из таблицы 1.12 выбросы при захоронении ТКО на полигонах превышают выбросы при сжигании АТ более, чем в 50 раз.

2 Показатели эффективности проекта

2.1 Вариант 1 – раздельный сбор органических отходов

2.1.1 Затраты

Для осуществления экономического расчета эффективности проекта необходимо учитывать затраты, возникающие в процессе обращения с ТКО и ВМР.

В затраты включены затраты по вывозу мусора, затраты на сортировку и на захоронение, а также общепроизводственные, общехозяйственные расходы и налоги.

Затраты по вывозу мусора включают:

- расходы на топливо;
- расходы на технический ремонт и обслуживание транспорта;
- амортизационные отчисления от стоимости закупаемых машин и контейнеров.

ФЗП основных рабочих рассчитан отдельно.

Расходы на топливо рассчитаны исходя из маршрутного графика вывоза ТКО в г. Слоним и Слонимского района. Учтены маршруты вывоза от многоквартирной застройки и индивидуальной застройки (г. Слоним и Слонимского района).

Километраж на удаление ТКО в г. Слоним и Слонимском районе представлен в таблице 2.1, расчет затрат на топливо представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.1 Расчет затрат на удаление ТКО в г. Слоним и Слонимском районе

Техника	Периодичность вывоза	Километраж	Километраж в год
1	2	3	4
МАЗ 434371W1-441-001	понедельник-пятница	519,6	27 003,6
ЗИЛ 431610	понедельник-пятница	428,1	22 261,2
МАЗ 5902А2	понедельник- пятница	424,0	22 048,0
МАЗ 5902А2	понедельник-пятница	289,0	15 028,0
МАЗ 5904А2	понедельник-пятница	533,0	27 716,0
МАЗ 4901W1-030	понедельник-пятница	608,0	31 616,0
МАЗ 5904А2-020	понедельник-пятница	227,0	5 902,0
	понедельник-пятница	227,0	5 902,0
	Итого:		11 804,0
МАЗ 5337А2	понедельник-пятница	243,0	6 318,0
	понедельник-пятница	239,0	6 214,0
	Итого:		12 532,0
МАЗ 5903А2-390	понедельник-пятница	464,0	24 128,0
МАЗ 533702-240	понедельник-пятница	531,0	27 612,0
ИТОГО километраж за год:			221 748,8

Средний годовой километраж спецавтотранспорта составляет 22 174,88 км. Для ежедневной механизированной очистки и удаления органических отходов предполагается приобретение еще 2х единиц спецавтотехники. Таким образом итоговый километраж по маршрутам составляет 266 098,56 км в год.

Таблица 2.2 – Стоимость топлива и затраты на него

Стоимость топлива (дизельное) (руб/л) (на 01.09.2024)	2,44
Средний расход топлива (дизельное), л/100 км*	25,3
Затраты топлива, л	67 322,94
Затраты на топливо, руб.	164 267,9

* - Расчет произведен по среднему показателю расхода топлива спецавтотранспорта Слонимского ГУП ЖКХ в соответствии с письмом от 21.02.2019 № 174. Расчет представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Средний расход топлива спецавтотранспортом Слонимского ГУП ЖКХ

Марка автотранспорта	Расход топлива (л/км)
1	2
МАЗ 5337А2	26,6
МАЗ 5903 А2	26,8
МАЗ 5903 А2-390	15,6
МАЗ 5904А2-020	26,8
МАЗ 5904А2	26,8
МАЗ 533702-240	26,6
МАЗ 5902А2	26,6
МАЗ 5902А2	26,6
ЗИЛ 431610	44,2
МАЗ 4371W1-441	20,0
Средний расход топлива:	25,3

Расходы на технический ремонт и обслуживание транспорта посчитано по методике, приведенной в Приказе РБ. «Об утверждении рекомендаций по установлению норм времени на единицу транспортной работы, норм затрат на техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств».

По случаю отсутствия утвержденной нормы на техническое обслуживание и ремонт марки транспортного средства приобретаемого для вывоза мусора была применена норма по марке (модели) транспортного средства, наиболее соответствующей по техническим характеристикам данному транспортному средству. Расчет приведен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Расчет затрат на техническое обслуживание и ремонт транспортных средств

Статья затрат	Численное выражение
1	2
на заработную плату рабочих, занятых техническим обслуживанием и ремонтом автомобильных транспортных средств ($S_{ЗП}$)	2 807,34
на материальные затраты ($S_{МЗ}$)	1 672,17
на смазочные материалы ($S_{СМ}$)	5 430,34
Итого:	9 909,85

$$S_{ЗП} = ЗП \times СТ \times (L/1000); \text{ (2)}$$

$$S_{ЗП} = 168,8 \times 0,75(22\,174,88/1000) = 2\,807,34$$

$$S_{МЗ} = МЗ \times ИЦ \times (L/1000); \text{ (3)}$$

$$S_{МЗ} = 71,14 \times 1,06(22\,174,88/1000) = 1\,672,17$$

$$S_{СМ} = ЗТ \times СМ/100; \text{ (4)}$$

$$S_{СМ} = 112\,429,3 \times 4,83/100 = 5\,430,34$$

Где:

$СМ^* = 4,83$ - в процентах (к затратам на топливо);

$ЗП^* = 202,6$ - безразмерный коэффициент;

$МЗ^* = 711\,379$ - в белорусских рублях (по состоянию на 1 января 2024 года и переведенных на номинированные);

$СТ$ - часовая тарифная ставка рабочего первого разряда, действующая в организации, руб.;

L – планируемый пробег, км;

$ИЦ$ – индекс цен производителей промышленной продукции производственно-технического назначения, рассчитанный нарастающим итогом к декабрю 2023 года;

$ЗТ$ – затраты на топливо, руб.

* - Приказ Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 18.07.2014 № 249-Ц

Замена мусоровозов и контейнеров будет производиться постепенно в течении 5 лет.

В затраты также учтены расходы топлива бульдозера при захоронении и представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Расходы на топливо бульдозера

Название показателя	Численное выражение
1	2
Расчетная норма работы бульдозера 2023 год (в часах)	2008
Расчетная норма рабочего времени 2023 год (в часах)	2008
Расход топлива (дизельное) л/маш час	12,1
Стоимость (руб/л)	2,66
Расходы на топливо	64 629,49

Была применена норма по марке бульдозера Б10м-1111. Расчетная норма времени работы бульдозера принята равной норме рабочего времени в 2024 году.

Заработная плата основных рабочих была посчитана исходя из среднемесячной номинальной начисленной заработной платы по предприятию Слонимское ГУП ЖКХ за 2023 год.

В таблице 2.6 приведены годовые затраты на оплату труда основных рабочих, а также отчисления в ФСЗН и Белгосстрах.

Таблица 2.6 Годовые затраты на оплату труда при работе линии в 1 смену

Должность	Количество	Средняя ЗП, руб.	Итого:
1	2	3	4
Водители	12	955,8	11 469,6
Погрузчик	12	955,8	11 469,6
Сортировщик	9	955,8	8 602,2
Бульдозировщик	4	955,8	3 823,2
Всего в месяц, руб			35 364,6
Всего в год, руб.			424 375,2
Отчисления от зп, 34,6 %			146 833,8

Общепроизводственные затраты взяты на уровне 40,88 % от основной заработной платы, общехозяйственные – 63,22 %.

2.1.2 Выручка

При расчёте выручки от реализации услуг по вывозу, обезвреживанию и переработке твердых коммунальных отходов использовался плановый показатель образования отходов на 2023 год – 117,7 тыс. м³. Тариф за оплату коммунальных услуг взят на уровне тарифа за вывоз и захоронение ТКО для населения из жилых домов, не оборудованных функционирующим мусоропроводом, или оборудованных функционирующим мусоропроводом, субсидируемый государством (7,3333 (без НДС), руб/м³). Умножив тариф на объём образованных отходов, получим размер платежей за услуги по вывозу, обезвреживанию и переработке твердых коммунальных отходов (863 129,41 руб.).

Организация производит также закупку ВМР у физических лиц по следующим тарифам (Таблица 2.7).

Таблица 2.7 Тарифы на ВМР от физических лиц*

Наименование продукции	Закупочная цена с налогом на добавленную стоимость в рублях за килограмм
1	2
Макулатура	0,10
Стеклобой	0,10
Отработанное масло	0,04

Таблица 2.8 Показатели сбора ВМР от физических лиц за 2023 г.

Наименование продукции	Объем заготовки, кг	Затраты на покупку ВМР от физических лиц, руб.
1	2	3
Макулатура	11 100,00	1 110,00
Стеклобой	34 640,00	3 464,00
Отработанное масло	8 260,00	330,40
Итого:		4 904,40

Итого затраты на закупку ВМР от физических лиц за 2023 год составили порядка 4 904,40 руб.

Выручка от реализации ВМР Слонимским ГУП ЖКХ за 2023 год составила ориентировочно 364 100,00 руб.

С учетом затрат на закупку ВМР от населения, чистая прибыль от реализации ВМР Слонимского ГУП ЖКХ составляет 359 195,60 руб.

На территории полигона ТКО д. Гринки Слонимского района располагается площадка компостирования. В 2019 году планируется запуск производства компоста из чистой органики. Ориентировочные ожидаемые объемы выхода компоста составляют порядка 100 тонн в год.

Ориентировочные объемы образования компоста, полученного при раздельном сборе органических отходов на территории г. Слоним и Слонимского района составляет порядка 2 222,17 тонн в год. Выручка от производства компоста на основе чистой органики представлена в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Расчет предполагаемой выручки от производства компоста на основе чистой органики.

Критерий	Показатель
1	2
Объемы производства компоста, тонн	2 222,17
Ориентировочные объемы, необходимые на озеленение территории, тонн	100,00
Объемы компоста для реализации, тонн	2 112,17
Стоимость плодородного грунта*, руб/м ³	10,00
Плотность плодородного грунта*, кг/м ³	1 250,00
Сумма, получаемая от реализации плодородного грунта, руб.	16 897,36

Так как средний срок эксплуатации спецавтотехники с учетом скорости и степени износа, а также нагрузки составляет ориентировочно 6 лет, следовательно до момента необходимости приобретения новой спецавтотехники сумма выручки от реализации компоста как плодородного грунта может составить порядка 16 897,36 руб.

Затраты на реализацию проекта раздельного сбора органических отходов от населения составят 330 734,73 руб. Амортизация спецавтотехники составит порядка 125 282,40 руб. за 6 лет. Затраты на приобретение и амортизацию ворошителя за 6 лет составят 53 287,50 руб. Итого общая сумма затрат за 6 лет производства и реализации компоста, полученного в результате установки специальных контейнеров для раздельного сбора органических отходов составят порядка 509 304,63 руб. В то время как сумма, которая теоретически может получиться в следствии реализации плодородного грунта на основе раздельно собранной органики, составляет 17 800,00 руб.

Исходя из вышеуказанного можно сделать вывод о том, что установка специальных контейнеров для раздельного сбора органических отходов является экономически нецелесообразной, но при этом наблюдается значительный экономический эффект от уменьшения объемов захоронения и увеличения объемов использования ТКО.

Так же рассматривается способ получения выручки от процесса производства и использования RDF-топлива Слонимским ГУП ЖКХ.

С учетом выбора органических отходов в 2023 году (4 444,34 тонн), выбора ВМР (порядка 11,8 % из общего объема предполагаемых к

образованию ВМР – 641,3 тонн), потерь мелкой фракции (2 819,0 тонн), масса ТКО следующая согласно технологическому процессу в шредер для дальнейшего измельчения и производства пре-RDF топлива ориентировочно составляет 4 793,5 тонн. При производстве RDF-топлива, равном 50 % масса предполагаемого к производству RDF-топлива в 2023 году составляет 2 396,75 тонн.

Предполагаемое количество полученной тепловой энергии составляет 5 996,668 МВт, а сумма от реализации тепловой энергии ориентировочно равна 474 942,70 руб.

В процессе реализации программы перспективной схемы обращения с ТКО и ВМР в г. Слоним и Слонимском районе с учетом установки контейнеров для отдельного сбора органических отходов возможно получение доходов, представленные в таблице 2.10.

Таблица 2.10 Доходы Слонимского ГУП ЖКХ в процессе реализации программы перспективной схемы обращения с ТКО и ВМР

Доходы	Сумма, руб.
1	2
От сдачи отсортированных отходов	359 195,60
От реализации плодородного грунта	16 897,36
Платежи за услуги по вывозу, обезвреживанию и переработке ТКО	863 129,41
От использования RDF-топлива	474 942,70
Всего доходы:	1 714 165,07

2.1.3 Необходимые инвестиции в проект

Ориентировочная общая сумма инвестиций в проект представлена в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Ориентировочная общая сумма инвестиций

	Количество, шт	Цена за 1, руб.	Стоимость, руб
1	2	3	4
Спецтехника:			779 797,8
Мусоровозы для органики	2	125 282,40	250 564,80
Погрузчик компактор	1	300 000,00	300 000,00
Ворошитель	1	100 000,00	100 000,00
Сопутствующее ворошителю оборудование	1	19 233,00	19 233,00
Погрузчик	1	110 000,00	110 000,00
Мусоровозы задней загрузки:			657 647,60
МАЗ 6904С3-015	2	237 598,60	475 197,20
МАЗ 590425-012	1	182 450,40	182 450,40
ИТОГО:			1 437 445,4

2.2 Вариант 2 – производство RDF-топлива

2.2.1 Затраты

Для осуществления экономического расчета эффективности проекта необходимо учитывать затраты, возникающие в процессе обращения с ТКО и ВМР.

В затраты включены затраты по вывозу мусора, затраты на сортировку и на захоронение, а также общепроизводственные, общехозяйственные расходы и налоги.

Затраты по вывозу мусора включают:

- расходы на топливо;
- расходы на технический ремонт и обслуживание транспорта;
- амортизационные отчисления от стоимости закупаемых машин и контейнеров.

ФЗП основных рабочих рассчитан отдельно.

Расходы на топливо рассчитаны исходя из маршрутного графика вывоза ТКО в г. Слоним и Слонимского района. Учтены маршруты вывоза от многоквартирной застройки и индивидуальной застройки (г. Слоним и Слонимского района).

Километраж на удаление ТКО в г. Слоним и Слонимском районе представлен в таблице 2.12, расчет затрат на топливо представлен в таблице 2.13.

Таблица 2.12 Расчет затрат на удаление ТКО в г. Слоним и Слонимском районе

Техника	Периодичность вывоза	Километраж	Километраж в год
1	2	3	4
МАЗ 434371W1-441-001	понедельник-пятница	519,6	27 003,6
ЗИЛ 431610	понедельник-пятница	428,1	22 261,2
МАЗ 5902А2	понедельник- пятница	424,0	22 048,0
МАЗ 5902А2	понедельник-пятница	289,0	15 028,0
МАЗ 5904А2	понедельник-пятница	533,0	27 716,0
МАЗ 4901W1-030	понедельник-пятница	608,0	31 616,0
МАЗ 5904А2-020	понедельник-пятница	227,0	5 902,0
	понедельник-пятница	227,0	5 902,0
	Итого:		11 804,0
МАЗ 5337А2	понедельник-пятница	243,0	6 318,0
	понедельник-пятница	239,0	6 214,0
	Итого:		12 532,0
МАЗ 5903А2-390	понедельник-пятница	464,0	24 128,0
МАЗ 533702-240	понедельник-пятница	531,0	27 612,0
ИТОГО километраж за год:			221 748,8

Средний годовой километраж спецавтотранспорта составляет 22 174,88 км. Для ежедневной механизированной очистки и удаления органических отходов предполагается приобретение еще 2х единиц спецавтотехники (см. п.п. 1.3). Таким образом итоговый километраж по маршрутам составляет 266 098,56 км в год.

Таблица 2.13 – Стоимость топлива и затраты на него

Стоимость топлива (дизельное) (руб/л) (на 01.09.2024)	2,66
Средний расход топлива (дизельное), л/100 км*	25,3
Затраты топлива, л	67 322,94
Затраты на топливо, руб.	179 079,02

* - Расчет произведен по среднему показателю расхода топлива спецавтотранспорта Слонимского ГУП ЖКХ в соответствии с письмом от 21.02.2019 № 174. Расчет представлен в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Средний расход топлива спецавтотранспортом Слонимского ГУП ЖКХ

Марка автотранспорта	Расход топлива (л/км)
1	2
МАЗ 5337А2	26,6
МАЗ 5903 А2	26,8
МАЗ 5903 А2-390	15,6
МАЗ 5904А2-020	26,8
МАЗ 5904А2	26,8
МАЗ 533702-240	26,6
МАЗ 5902А2	26,6
МАЗ 5902А2	26,6
ЗИЛ 431610	44,2
МАЗ 4371W1-441	20,0
Средний расход топлива:	25,3

Расходы на технический ремонт и обслуживание транспорта посчитано по методике, приведенной в Приказе РБ. «Об утверждении рекомендаций по установлению норм времени на единицу транспортной работы, норм затрат на техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств».

По случаю отсутствия утвержденной нормы на техническое обслуживание и ремонт марки транспортного средства приобретаемого для вывоза мусора была применена норма по марке (модели) транспортного средства, наиболее соответствующей по техническим характеристикам данному транспортному средству. Расчет приведен в таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Расчет затрат на техническое обслуживание и ремонт транспортных средств

Статья затрат	Численное выражение
1	2
на заработную плату рабочих, занятых техническим обслуживанием и ремонтом автомобильных транспортных средств ($S_{ЗП}$)	2 807,34
на материальные затраты ($S_{МЗ}$)	1 672,17
на смазочные материалы ($S_{СМ}$)	5 430,34
Итого:	9 909,85

$$S_{ЗП} = ЗП \times СТ \times (L/1000); \text{ (5)}$$

$$S_{ЗП} = 168,8 \times 0,75(22\,174,88/1000) = 2\,807,34$$

$$S_{МЗ} = МЗ \times ИЦ \times (L/1000); \text{ (6)}$$

$$S_{МЗ} = 71,14 \times 1,06(22\,174,88/1000) = 1\,672,17$$

$$S_{СМ} = ЗТ \times СМ/100; \text{ (7)}$$

$$S_{СМ} = 112\,429,3 \times 4,83/100 = 5\,430,34$$

Где:

$СМ^* = 4,83$ - в процентах (к затратам на топливо);

$ЗП^* = 168,8$ - безразмерный коэффициент;

$МЗ^* = 711\,379$ - в белорусских рублях (по состоянию на 1 января 2014 года и переведенных на номинированные);

$СТ$ - часовая тарифная ставка рабочего первого разряда, действующая в организации, руб.;

L – планируемый пробег, км;

$ИЦ$ – индекс цен производителей промышленной продукции производственно-технического назначения, рассчитанный нарастающим итогом к декабрю 2022 года;

$ЗТ$ – затраты на топливо, руб.

* - Приказ Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 18.07.2014 № 249-Ц

Замена мусоровозов и контейнеров будет производиться постепенно в течении 5 лет.

В затраты также учтены расходы топлива бульдозера при захоронении и представлены в таблице 2.16.

Таблица 2.16 – Расходы на топливо бульдозера

Название показателя	Численное выражение
1	2
Расчетная норма работы бульдозера 2023 год (в часах)	2008
Расчетная норма рабочего времени 2023 год (в часах)	2008
Расход топлива (дизельное) л/маш час	12,1
Стоимость (руб/л)	2,66
Расходы на топливо	64 629,49

Была применена норма по марке бульдозера Б10м-1111. Расчетная норма времени работы бульдозера принята равной норме рабочего времени в 2024 году.

Заработная плата основных рабочих была посчитана исходя из среднемесячной номинальной начисленной заработной платы по предприятию Слонимское ГУП ЖКХ за 2023 год.

В таблице 2.17 приведены годовые затраты на оплату труда основных рабочих, а также отчисления в ФСЗН и Белгосстрах.

Таблица 2.17 Годовые затраты на оплату труда при работе линии в 1 смену

Должность	Количество	Средняя ЗП, руб.	Итого:
1	2	3	4
Водители	10	955,8	9 558,0
Погрузчик	10	955,8	9 558,0
Сортировщик	9	955,8	8 602,2
Бульдозировщик	4	955,8	3 823,2
Всего в месяц, руб			31 541,40
Всего в год, руб.			378 496,8
Отчисления от зп, 34,6 %			130 959,9

Общепроизводственные затраты взяты на уровне 40,88 % от основной заработной платы, общехозяйственные – 63,22 %.

2.2.2 Выручка

При расчёте выручки от реализации услуг по вывозу, обезвреживанию и переработке твердых коммунальных отходов использовался плановый показатель образования отходов на 2023 год – 117,7 тыс. м³. Тариф за оплату коммунальных услуг взят на уровне тарифа за вывоз и захоронение ТКО для населения из жилых домов, не оборудованных функционирующим мусоропроводом, или оборудованных функционирующим мусоропроводом, субсидируемый государством (7,3333 (без НДС), руб/м³). Умножив тариф на объём образованных отходов, получим размер платежей за услуги по вывозу, обезвреживанию и переработке твердых коммунальных отходов (863 129,41 руб.).

Организация производит также закупку ВМР у физических лиц по следующим тарифам (Таблица 2.18).

Таблица 2.18 Тарифы на ВМР от физических лиц*

Наименование продукции	Закупочная цена с налогом на добавленную стоимость в рублях за килограмм
1	2
Макулатура	0,10
Стеклобой	0,10
Отработанное масло	0,04

Таблица 2.19 Показатели сбора ВМР от физических лиц за 2023 г.

Наименование продукции	Объем заготовки, кг	Затраты на покупку ВМР от физических лиц, руб.
1	2	3
Макулатура	11 100,00	1 110,00
Стеклобой	34 640,00	3 464,00
Отработанное масло	8 260,00	330,40
Итого:		4 904,40

Итого затраты на закупку ВМР от физических лиц за 2023 год составили порядка 4 904,40 руб.

Выручка от реализации ВМР Слонимским ГУП ЖКХ за 2023 год составила ориентировочно 364 100,00 руб.

С учетом затрат на закупку ВМР от населения, чистая прибыль от реализации ВМР Слонимского ГУП ЖКХ составляет 359 195,60 руб.

На территории полигона ТКО д. Гринки Слонимского района располагается площадка компостирования. В 2019 году планируется запуск производства компоста из чистой органики. Ориентировочные ожидаемые объемы выхода компоста составляют порядка 100 тонн в год. Прибыль от

производства компоста на основе чистой органики представлена в таблице 2.20.

Таблица 2.20 – Расчет предполагаемой выручки от производства компоста на основе чистой органики.

Критерий	Показатель
1	2
Объемы производства компоста, тонн	100,00
Ориентировочные объемы, необходимые на озеленение территории, тонн	100,00
Стоимость плодородного грунта*, руб/м ³	10,00
Плотность плодородного грунта*, кг/м ³	1 250,00
Сумма, сэкономленная от производства плодородного грунта, руб/год.	800,00

Также рассматривается способ получения выручки от процесса производства и использования RDF-топлива Слонимским ГУП ЖКХ.

Принимая во внимание то, что уровень производства RDF из ТКО может варьировать от 23 до 50 % по массе образованных ТКО, в лучшем варианте количество предполагаемого к производству RDF в Слонимском районе равно 6 564,00 тонн за 2023 год.

При сжигании такой массы RDF возможно получение 16 423,128 МВт тепловой энергии.

Средняя годовая стоимость тепловой энергии для населения согласно тарифам на тепловую и электрическую энергию для населения, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29.12.2019 № 985 «О внесении изменения и дополнения в постановления Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2013 г. № 1166», составляет 1 300 729,80 руб.

В процессе реализации программы перспективной схемы обращения с ТКО и ВМР в г. Слоним и Слонимском районе с учетом установки контейнеров для отдельного сбора органических отходов возможно получение доходы, представленные в таблице 2.21.

Таблица 2.21 Доходы Слонимского ГУП ЖКХ в процессе реализации программы перспективной схемы обращения с ТКО и ВМР

Доходы	Сумма, руб.
От сдачи отсортированных отходов	359 195,60
Платежи за услуги по вывозу, обезвреживанию и переработке ТКО	863 129,41
От использования RDF-топлива	1 300 729,80
Всего доходы:	2 523 054,81

2.2.3 Необходимые инвестиции в проект

Ориентировочная общая сумма инвестиций в проект представлена в таблице 2.22.

Таблица 2.22 – Ориентировочная общая сумма инвестиций

	Количество, шт	Цена за 1, руб.	Стоимость, руб
1	2	3	4
Спецтехника:			529 233,00
Погрузчик компактор	1	300 000,00	300 000,00
Ворошитель	1	100 000,00	100 000,00
Сопутствующее ворошителю оборудование	1	19 233,00	19 233,00
Погрузчик	1	110 000,00	110 000,00
Мусоровозы задней загрузки:			657 647,60
МАЗ 6904С3-015	2	237 598,60	475 197,20
МАЗ 590425-012	1	182 450,40	182 450,40
ИТОГО:			1 186 880,60

2.3 Сравнение общих сумм инвестиций по двум вариантам

Для выбора наиболее оптимального варианта развития перспективной схемы обращения с ТКО и ВМР в г. Слоним и Слонимском районе необходимо сравнение объемов инвестиций в оба варианта. Сравнительная характеристика объемов инвестиций в оба варианта представлены в таблице 2.23.

Таблица 2.23 – Сравнительные объемы инвестиций в варианты развития перспективной схемы обращения с отходами г. Слоним и Слонимского района

	Вариант 1	Вариант 2
1	2	3
Спецтехника:	779 797,80	529 233,00
Мусоровозы для органики	250 564,80	
Погрузчик компактор	300 000,00	300 000,00
Ворошитель	100 000,00	100 000,00
Сопутствующее ворошителю оборудование	19 233,00	19 233,00
Погрузчик	110 000,00	110 000,00
Мусоровозы задней загрузки:	657 647,60	657 647,60
МАЗ 6904СЗ-015	475 197,20	475 197,20
МАЗ 590425-012	182 450,40	182 450,40
	1 437 445,40	1 186 880,60

2.4 Годовые инвестиции

Реализация перспективной схемы обращения с ТКО и ВМР г. Слоним и Слонимского района рассчитана в пределах 3-летнего периода.

В рамках первого года проекта реализации перспективной схемы необходимые инвестиции в проект могут составить порядка 419 233,00 руб., в рамках второго года – 657 647,60 руб. и 110 000,00 руб. в рамках третьего года. (Таблица 2.24-2.26)

Таблица 2.24 – Инвестиции первый год

	Количество	Цена за 1	Стоимость
1	2	3	4
Ворошитель	1	100 000,00	100 000,00
Сопутствующее оборудование к ворошителю	1	19 233,00	19 233,00
Погрузчик-компактор	1	300 000,00	300 000,00
ИТОГО			419 233,00

Таблица 2.25 – Инвестиции второй год

	Количество	Цена за 1	Стоимость
1	2	3	4
МАЗ-6904С3-015	2	237 598,60	475 197,20
МАЗ-590425-012	1	182 450,40	182 450,40
ИТОГО			657 647,60

Таблица 2.26 – Инвестиции третий год

	Количество	Цена за 1	Стоимость
1	2	3	4
Погрузчик	1	110 000,00	110 000,00
ИТОГО			110 000,00

2.5 Экономическая эффективность проекта

Экономическая эффективность проекта перспективной схемы обращения с ТКО и ВМР г. Слоним и Слонимского района рассчитывается исходя из затрат и выручки организации в процессе реализации проекта. В данной работе предполагаемые инвестиции в проект были рассчитаны в трехлетний период. В расчете выручки от проекта не учитывалась выручка от реализации RDF в качестве источника тепловой энергии для г. Слоним и Слонимского района, в виду того, что данный источник выручки является неизученным до конца и коррелирует с другими проектными работами.

С учетом вышесказанного, при расчете экономической эффективности срок окупаемости проекта составил порядка 27 лет (Таблица 2.27).

Таблица 2.27 – Показатели эффективности проекта

год	$(1+r)^t$	CF_t	I_t	$\frac{CF_t}{(1+r)^t}$	$\frac{I_t}{(1+r)^t}$	$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}$	$\sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}$	NVP
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,10	161 492,90	419 233,00	146 811,73	381 120,90	146 811,73	419 233,00	-272 421,27
2	1,21	316 044,01	657 647,60	261 193,40	543 510,41	408 005,12	1 076 880,60	-668 875,48
3	1,33	316 044,01	110 000,00	237 448,54	82 706,76	645 453,66	1 186 880,60	-541 426,94
4	1,46	316 044,01	0,00	215 862,31	0,00	861 315,97	1 186 880,60	-325 564,63
5	1,61	316 044,01	0,00	196 238,46	0,00	1 057 554,44	1 186 880,60	-129 326,16
6	1,77	316 044,01	0,00	178 398,60	0,00	1 235 953,04	1 186 880,60	49 072,44
7	1,95	316 044,01	0,00	162 180,55	0,00	1 398 133,59	1 186 880,60	211 252,99
8	2,14	316 044,01	0,00	147 436,86	0,00	1 545 570,45	1 186 880,60	358 689,85
9	2,36	316 044,01	0,00	134 033,51	0,00	1 679 603,96	1 186 880,60	492 723,36
10	2,59	316 044,01	0,00	121 848,65	0,00	1 801 452,61	1 186 880,60	614 572,01
11	2,85	316 044,01	0,00	110 771,50	0,00	1 912 224,11	1 186 880,60	725 343,51
12	3,14	316 044,01	0,00	100 701,36	0,00	2 012 925,47	1 186 880,60	826 044,87
13	3,45	316 044,01	0,00	91 546,69	0,00	2 104 472,16	1 186 880,60	917 591,56
14	3,80	316 044,01	0,00	83 224,27	0,00	2 187 696,43	1 186 880,60	1 000 815,83
15	4,18	316 044,01	0,00	75 658,42	0,00	2 263 354,85	1 186 880,60	1 076 474,25
16	4,59	316 044,01	0,00	68 780,38	0,00	2 332 135,23	1 186 880,60	1 145 254,63
17	5,05	316 044,01	0,00	62 527,62	0,00	2 394 662,86	1 186 880,60	1 207 782,26
18	5,56	316 044,01	0,00	56 843,29	0,00	2 451 506,15	1 186 880,60	1 264 625,55
19	6,12	316 044,01	0,00	51 675,72	0,00	2 503 181,87	1 186 880,60	1 316 301,27
20	6,73	316 044,01	0,00	46 977,93	0,00	2 550 159,80	1 186 880,60	1 363 279,20
21	7,40	316 044,01	0,00	42 707,21	0,00	2 592 867,00	1 186 880,60	1 405 986,40

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
22	8,14	316 044,01	0,00	38 824,73	0,00	2 631 691,74	1 186 880,60	1 444 811,14
23	8,95	316 044,01	0,00	35 295,21	0,00	2 666 986,95	1 186 880,60	1 480 106,35
24	9,85	316 044,01	0,00	32 086,56	0,00	2 699 073,51	1 186 880,60	1 512 192,91
25	10,83	316 044,01	0,00	29 169,60	0,00	2 728 243,11	1 186 880,60	1 541 362,51
26	11,92	316 044,01	0,00	26 517,82	0,00	2 754 760,92	1 186 880,60	1 567 880,32
27	13,11	316 044,01	0,00	24 107,11	0,00	2 778 868,03	1 186 880,60	1 591 987,43

Норма дисконтирования в расчётах принята на уровне ставки рефинансирования Национального банка Республики Беларусь (10 %), ($r = 10\%$).

Чистая текущая стоимость NPV – разность между дисконтированными к началу проекта денежными потоками и инвестициями.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}; \quad (8)$$

Где:

CF_t – денежный поток в t -ом году;

I_t – инвестиции в t -ом году;

r – норма дисконта;

t – период времени (номер года).

Динамический период окупаемости PP – период времени, в течение которого связанный в инвестициях капитал полностью восстанавливается за счёт полученных от реализации проекта чистых денежных поступлений. Динамический срок окупаемости определяется из соотношения.

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}; \quad (9)$$

По данному проекту он составит порядка 27 лет.

Рентабельность проекта рассчитана по формуле:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}}; \quad (10)$$

Индекс рентабельности составляет 1.77, а срок окупаемости ориентировочно равен 6 годам, что говорит об эффективности проекта.