

**ОАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ
КОМПАНИЯ ЮНИЦКОГО»**

ПРЕДЛОЖЕНИЕ

**ГРУЗОВАЯ ОДНОПУТНАЯ ТРАССА
СТРУННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ
ПО ПЕРЕВОЗКЕ МЕДНОЙ РУДЫ**

**“РУДНИК «СНЕГИРИХИНСКИЙ» –
ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА
пос. БЕЛОУСОВКА”**



Москва 2002

Содержание

1. Струнная транспортная система	3
1.1. Принципиальная схема СТС	3
1.2. Линейная схема трассы	3
1.3. Путевая структура	7
1.4. Подвижной состав	7
1.5. Грузовые терминалы	10
1.6. Организация движения грузовых составов	10
2. Техничко-экономические характеристики грузовой однопутной трассы СТС	14

Грузовая однопутная трасса СТС «Рудник «Снегирихинский» - обогатительная фабрика пос. Белоусовка»

1. Струнная транспортная система

1.1. Принципиальная схема СТС

Грузовая однопутная транспортная система, в основу которой положены изобретения А.Э.Юницкого, представляет собой размещённую на опорах предварительно напряжённую канатно-балочную конструкцию, по которой на высоте 3...5 м движутся грузовые составы.

Каждый состав включает в себя локомотив, на котором установлены два дизель-генератора, предназначенные для питания электродвигателей привода колёс, и приводные грузовые модули грузоподъёмностью 6 тонн и общей массой 8 тонн каждый.

1.2. Линейная схема трассы

Схема расположения грузового участка трассы СТС «Рудник «Снегирихинский – обогатительная фабрика пос. Белоусовка» представлена на рис.1. На схеме показаны два варианта прокладки трассы. Первый вариант трассы, в основном, проходит вдоль существующих дорог, соединяющих посёлки, расположенные на пути проектируемой трассы. На рис. 2 представлен продольный профиль всей трассы. Перепад высот от рудника до фабрики составляет 400 м с величиной уклонов от $4,57^\circ$ до $0,06^\circ$, что характеризует местность прохождения трассы как холмистую.

Однако, учитывая, что трасса СТС не критична к рельефу местности, она может быть проложена по кратчайшему пути – по прямой линии. В таком случае протяжённость трассы составит вместо 100 км всего 80 км (вариант 2). В дальнейших расчётах принято, что продольный профиль 80-километровой трассы повторяет профиль 100-километровой трассы с уменьшением длины каждого участка на 20%.

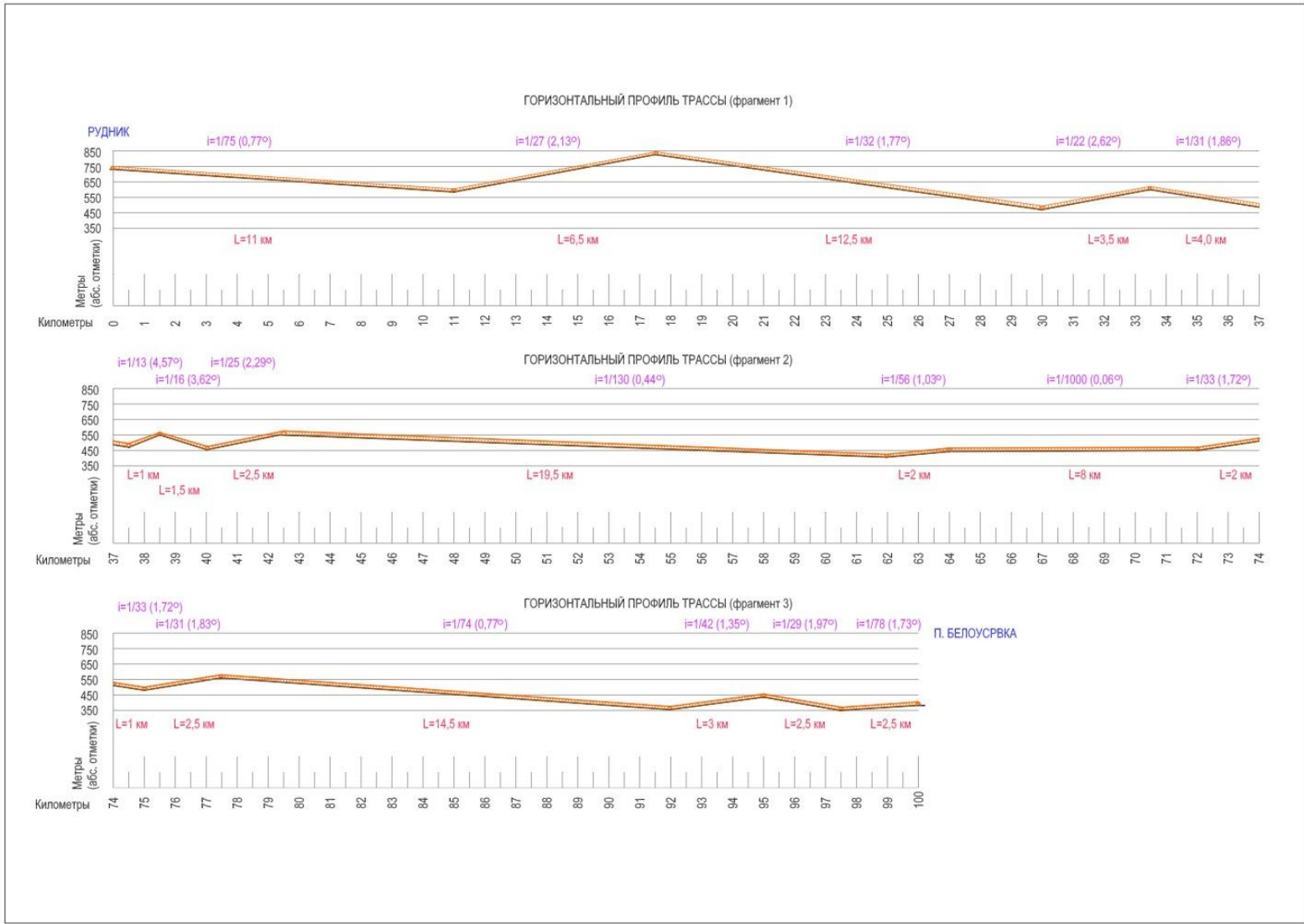
Линейная схема трассы по 1 варианту показана на рис.3.

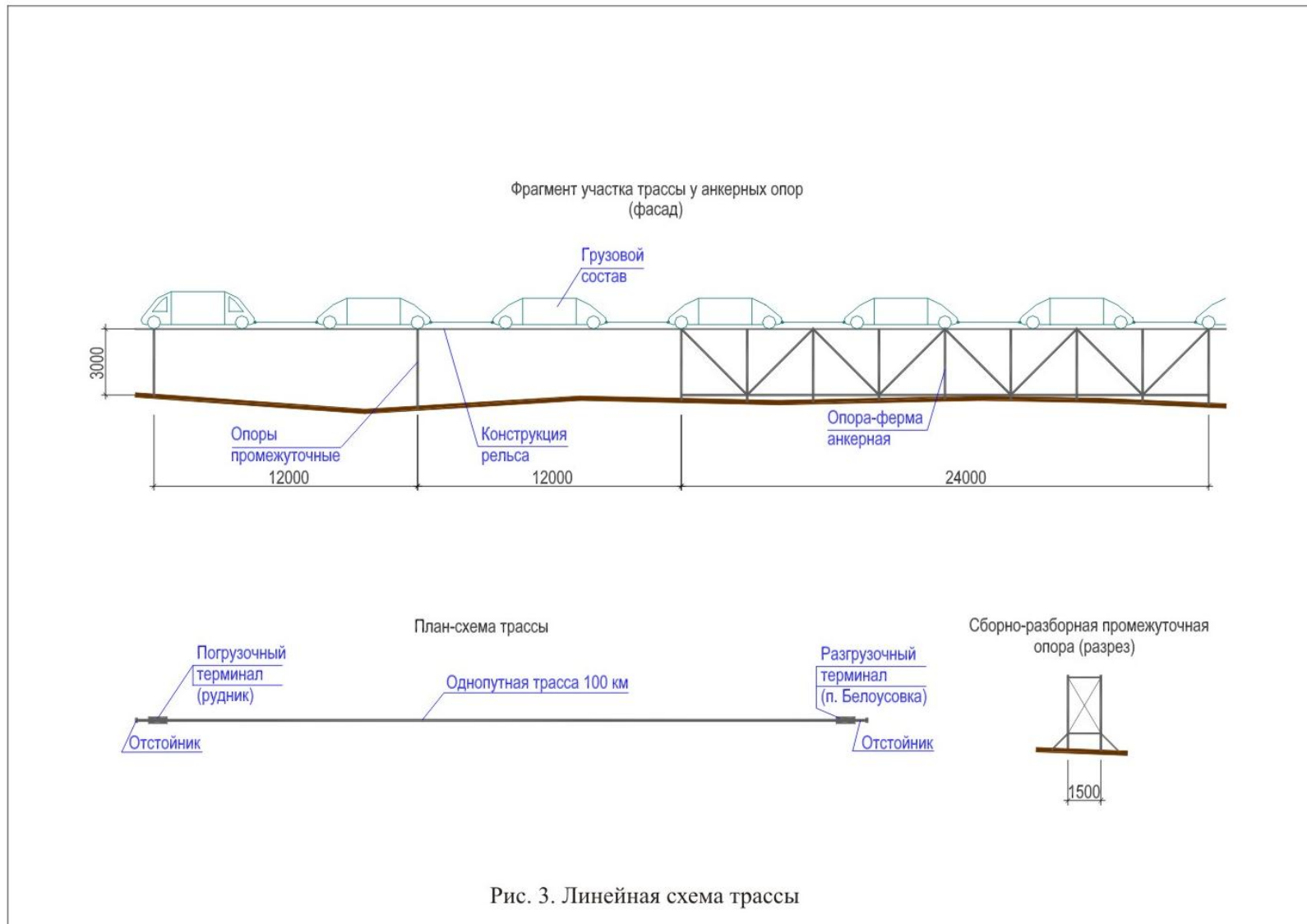
Эксплуатация трассы будет происходить при температурах от -50 до $+50$ °С.

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ГРУЗОВОГО УЧАСТКА ТРАССЫ СТЮ



Рис. 1





1.3. Путьевая структура

Основу однопутной путьевой структуры составляют две струны из высокопрочной стальной проволоки диаметром до 5 мм каждая, собранные в плети. Струны по концам крепятся на анкерных опорах, расстояние между которыми в среднем составляет 2000 м (по длине высокопрочной проволоки, которая выпускается промышленностью длиной до 3000 м). На каждой струне установлена головка рельса, выполненная из стального проката. Ширина колеи низкоскоростной грузовой трассы составляет 1500 мм.

Поддерживающие путь промежуточные опоры устанавливаются через 12 м. Промежуточные и анкерные опоры изготавливаются из стальных труб диаметром 60-200 мм и поставляются к месту установки в готовом комплектном виде.

Фундаменты анкерных и промежуточных опор предполагается выполнять плитного типа с креплением к грунту анкерами заводского изготовления.

Суммарная горизонтальная технологическая (или аварийная) нагрузка на анкерные опоры однопутной трассы – 300 тонн. Вертикальные нагрузки на опоры с учётом веса транспортных модулей – до 20 тонн. Горизонтальные нагрузки на промежуточные опоры отсутствуют.

Для обеспечения суммарного усилия натяжения струн в 300 тыс. кгс и расчётными напряжениями растяжения в высокопрочной проволоке $10\,000\text{ кгс/см}^2$, площадь поперечного сечения струн в путьевой структуре составит 30 см^2 , а их масса – 23,4 кг на погонный метр трассы.

Жёсткость путьевой структуры принята равной $1/250$ (на уровне жёсткости висячих и вантовых мостов), поэтому под действием веса транспортного модуля (8000 кгс) расчётный прогиб путьевой структуры в центре пролёта составит 4,8 см.

Трасса рассчитана на 10-15 лет эксплуатации с возможностью дальнейшего демонтажа и переноса при необходимости на новое место установки (общий срок службы трассы 50 лет).

1.4. Подвижной состав

Подвижной состав включает в себя локомотив, на котором установлены два дизель-генератора суммарной мощностью 400 кВт, предназначенные для питания электродвигателей привода колес. Все колеса состава выполнены приводными и имеют независимую (автомобильную) подвеску. Каждое стальное колесо локомотива и грузового модуля имеет две реборды (гребня) высотой 50 мм, которые

охватывают круглую головку рельса с двух сторон, поэтому вероятность схода модулей с путевой структуры будет на порядок ниже, чем в существующем железнодорожном транспорте.

Помимо локомотива состав включает в себя грузовые модули, оборудованные раскрывающимся при разгрузке кузовом. Загрузка модулей производится в карьере из бункеров, которые оборудованы дозаторами. Разгрузка каждого модуля производится автоматически в разгрузочном терминале за счет увеличивающейся колеи в этом месте и раскрытия модуля снизу по всей длине.

На трассе колея имеет постоянный размер (1500 мм), а в разгрузочном терминале происходит её плавное увеличение до величины 2300 мм, необходимое для разгрузки (рис. 4).

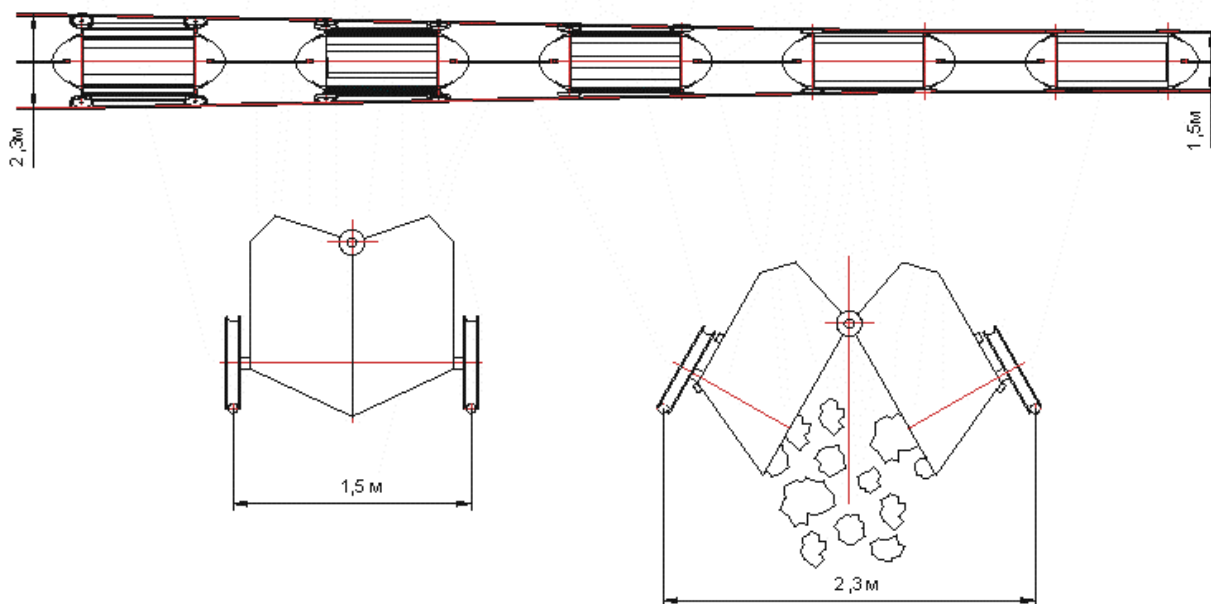


Рис. 4. Автоматическая разгрузка за счёт увеличивающейся колеи

Кузов грузового модуля является несущим, состоит из двух половин, которые соединены двумя верхними шарнирами. К каждой продольной стенке кузова крепятся по два приводных колеса через элементы подвески (рис.5-6).

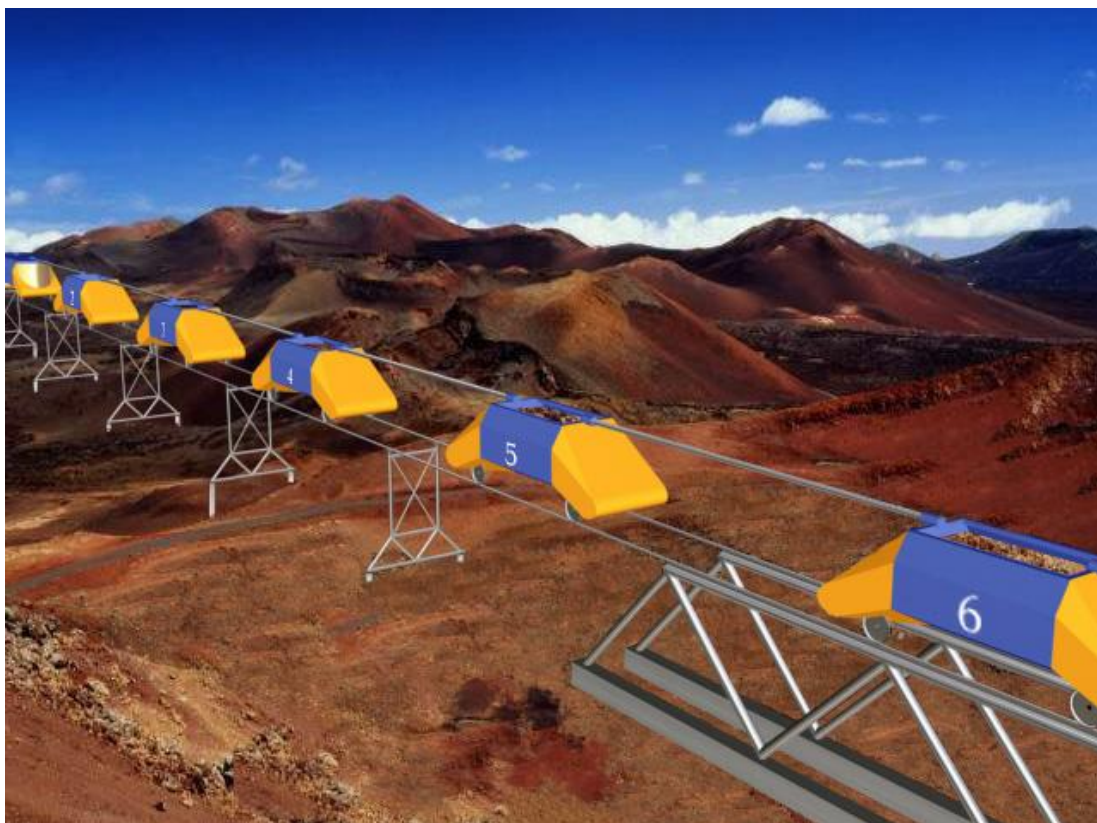


Рис. 5. Эшелон на трассе



Рис. 6. Эшелон на разгрузочном терминале

Подвеска каждого колеса модуля обеспечивает боковую податливость для приспособления колес модуля к колее пути (особенно на поворотах и при въезде в разгрузочный терминал).

Наличие верхних шарниров кузова и исполнение его из двух половин позволяет парам боковых колес расходиться при разгрузке.

Локомотив и модули соединены между собой жесткими сцепками, конструкция которых позволяет осуществлять поворот и разгрузку состава.

При движении груженого состава будут использоваться обе дизельных установки. Таким образом, суммарная мощность привода каждого грузового модуля (грузовой тележки) по 1 варианту составит 33,3 кВт (эшелон состоит из 12 грузовых модулей и одного локомотива), по 2-ому – 36,4 кВт (эшелон состоит из 10 модулей), что позволит обеспечить среднюю скорость движения по трассе 61 км/час. При движении порожнего состава достаточно работы только одного дизеля, обеспечивающего движение со средней скоростью 90 км/час.

Локомотив управляется машинистом и помощником машиниста и оборудован спереди и сзади кабинами.

1.5. Грузовые терминалы

Погрузочно-разгрузочные работы осуществляются в автоматическом режиме на грузовых терминалах.

Погрузочный терминал состоит из штабеля-резерва и 12 бункеров-накопителей, оборудованных дозаторами. Накопленный запас руды собирается в штабеле-резерве, после чего по транспортёрам поступает в бункеры-дозаторы. Последовательно осуществляется загрузка 3 грузовых составов. В соответствии с расчётами загрузка одного состава будет занимать около 9 минут.

Разгрузочный терминал имеет более простую структуру и представляет собой бункер, установленный под трассой СТС, из которого по ленточным транспортёрам руда поступает непосредственно к месту обогащения.

В технико-экономических расчётах стоимость строительства, проектно-изыскательских и проектно-конструкторских работ по грузовым терминалам не учитывается, так как считаем, что они относятся к инфраструктуре карьера и обогатительной фабрики и могут иметь разных собственников.

1.6. Организация движения грузовых составов

Скорость подвижного состава на трассе будет регулироваться от 16 км/час (груженого состава на крутых подъёмах) до 100 км/час – порожнего на горизонтальных участках и спусках (табл.1).

Расчет времени движения поездов на трассе «Рудник «Снегирихинский» - обогатительная фабрика пос. Белоусовка» представлен в табл. 1.

Таблица 1
Расчёт времени движения поездов на трассе «Рудник «Снегирихинский» - обогатительная фабрика пос. Белоусовка»

Вариант 1

№ п/п участка трассы	Протяжённость, км		Движение поезда					
	Участка	Нарастающа м ИТОГОМ	Груженого			Порожного		
			Уклон участка, %	Средняя скорость, км/ч	Время в пути, мин	Уклон участка, %	Средняя скорость, км/ч	Время в пути, мин
1	11	11	-13,4	80	8,25	+13,4	100	6,60
2	6,5	17,5	+37,2	33	11,82	-37,2	100	3,90
3	12,5	30	-31	80	9,38	+31	69	10,87
4	3,6	33,6	+44,1	28	7,71	-44,1	100	2,16
5	3,9	37,5	-33,3	80	2,93	+33,3	66	3,55
6	1	38,5	+80	16	3,75	-80	100	0,60
7	1,5	40	-46,7	80	1,13	+46,7	52	1,73
8	2,5	42,5	+40,4	31	4,84	-40,4	100	1,50
9	3,7	46,2	-5,1	80	2,78	+5,1	100	2,22
10	17,8	64	+2	80	13,35	-2	100	10,68
11	8	72	+1	80	6,00	-1	100	4,80
12	2	74	+30	39	3,08	-30	100	1,20
13	1	75	-30	80	0,75	+30	70	0,86
14	2,5	77,5	+32	37	4,05	-32	100	1,50
15	14,5	92	-13,4	80	10,88	+13,4	100	8,70
16	3	95	+23,6	48	3,75	-23,6	100	1,80
17	2,5	97,5	-30,4	80	1,88	+30,4	70	2,14
18	2,5	100	+8,8	80	1,88	-8,8	100	1,50
Итого				61,11	98,21		90,49	66,31

Примечание: уклон «+» - движение вверх, «-» - вниз.

Вариант 2

Для 2 варианта (протяжённость трассы 80 км) принимаем среднюю скорость движения гружёного состава 61 км/час, порожнего - 90 км/час (аналогично 1 варианту). Таким образом, время движения по трассе составит: груженого состава – 1 час 11 мин, порожнего – 52 мин.

Организация движения грузовых составов по обеим вариантам представлена на рис. 7.

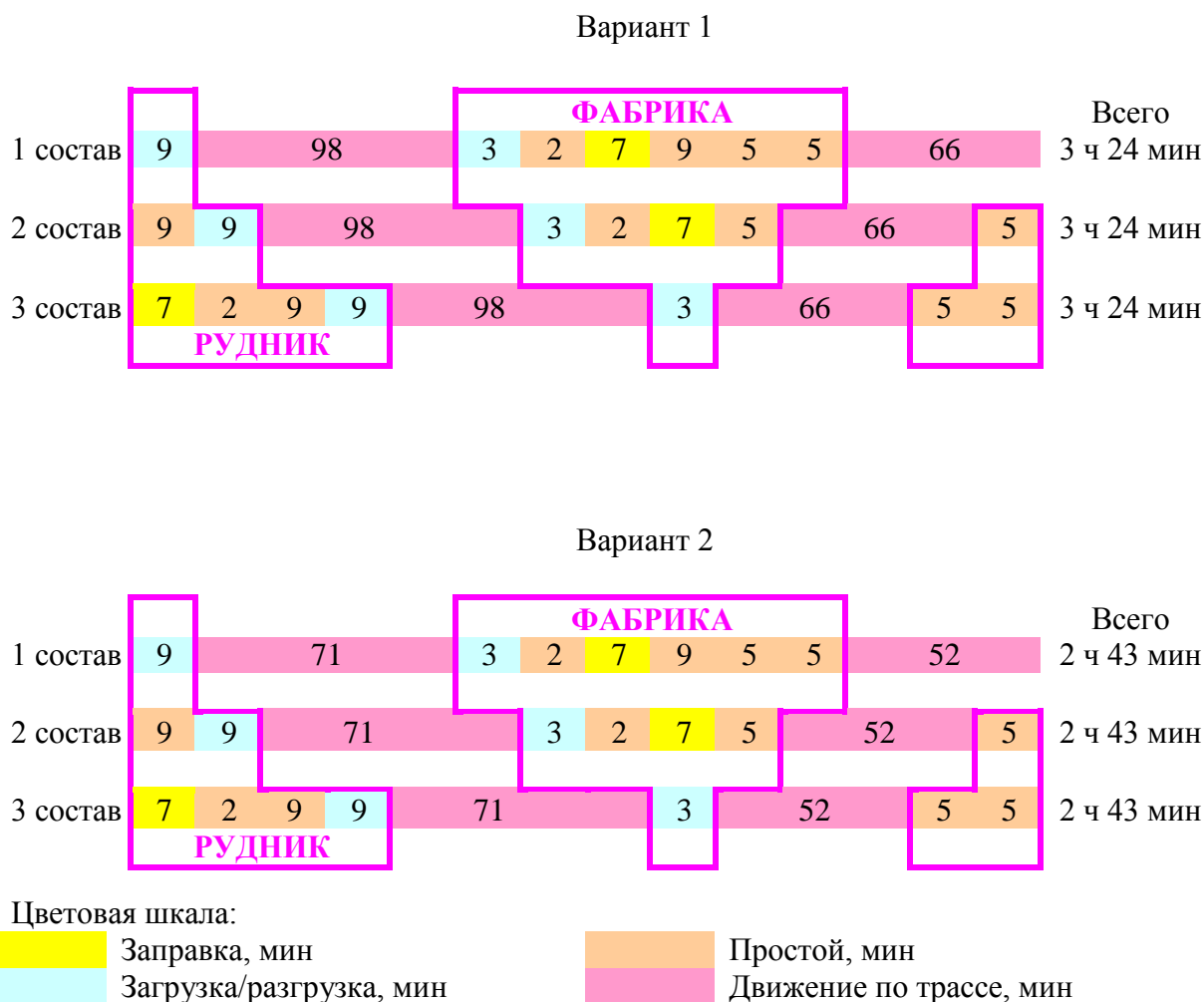


Рис. 7. Организация движения грузовых составов на трассе и время, затрачиваемое на 1 цикл

В 1 варианте при общем времени, затрачиваемом на 1 цикл движения, равном 3 часа 24 мин. (3,4 часа), один эшелон сделает 7 рейсов в сутки. При грузоподъемности каждого грузового модуля 6 т и коэффициенте загрузки 1,05, один модуль перевезет в сутки 44,1 т. Для перевозки 500..600 тыс. т руды в год формируется 3 состава по 12 грузовых модулей в каждом. Таким образом, за год объем перевозок составит 579,5 тыс. тонн грузов.

Во 2 варианте общее время 1 цикла составляет 2 часа 43 мин. (2,7 часа). В сутки каждый грузовой состав сделает 9 циклов. Поэтому целесообразно уменьшить количество грузовых модулей в составе до 10 шт. В этом случае годовой грузопоток будет равен 621 тыс. тонн, что обеспечивает пиковые нагрузки.

Как видно из рис. 7, топливная заправка двух локомотивов осуществляется на обогатительной фабрике после разгрузки, а третьего – на руднике. Такое распределение связано с наименьшими временными затратами и оптимизацией движения по трассе. При наличии на каждом локомотиве двух топливных баков по 200 л каждый и оборудования заправочной станции двумя заправочными постами, время заправки сокращается до 7 минут (табл. 2).

Для повышения эффективности использования времени работы, время простоя составов может быть использовано для осмотра технического состояния модулей, сцепок, колес и т.д.

Таблица 2

Анализ времени, затрачиваемого грузовым составом на 1 цикл движения

	1 вариант		2 вариант	
	час	%	час	%
Время движения	2,73	80	2,05	76
Время простоя	0,35	10	0,35	13
Время погрузки-разгрузки	0,2	6	0,2	7
Время топливной заправки	0,12	4	0,12	4
Всего	3,4	100%	2,7	100%

2. Техничко-экономические характеристики грузовой однопутной трассы СТС

Таблица 3

Расход материалов и стоимость 1 км однопутной транспортной линии СТС
«Рудник «Снегирихинский» - обогатительная фабрика пос. Белоусовка»*

Наименование работ	Материал	Кол-во на 1 км трассы	Расход	Стоимость, тыс. USD
1. Путевая структура, всего,	-	-	-	65,000
в том числе:				
1.1. Головка рельса	Сталь, прокат	2 км	8,6 т	12,900
1.2. Струна	Высокопрочная стальная проволока	2 км	23,4 т	35,100
1.3. Защитная оболочка струны (оплетка)	Высокопрочная стальная проволока	2 км	3,2 т	4,800
1.4. Композит (клей)	Полимер	2 км	530 кг	5,300
1.5. Прочее	-	1 км	-	6,900
2. Поддерживающие опоры (высота 3 м), всего	-	83 шт	-	17,000
в том числе:				
2.1. Тело опоры	Сталь, прокат	83 шт	9,9 т	11,900
2.2. Фундамент	Железобетон	1 км	8 м ³	2,400
	Бетон	1 км	5 м ³	500
2.3. Прочее	-	1 км	-	2,200
3. Анкерные опоры (высота 3 м), всего	-	0,5 шт	-	19,000
в том числе:				
3.1. Тело опоры	Сталь, прокат	0,5 шт	5,6 т	8,400
3.2. Фундамент	Железобетон	0,5 шт	22 м ³	6,600
	Бетон	0,5 шт	8 м ³	1,600
3.3. Прочее	-	-	-	2,400
4. Прочие работы и непредвиденные затраты	-	-	-	14,000
Всего	-	1 км	-	115,000

* без учёта налогов

Таблица 4

Стоимость однопутной транспортной линии СТС
«Рудник «Снегирихинский» - обогатительная фабрика пос. Белоусовка»
протяженностью 100 км

Вариант 1

Наименование	Единица измерения	Кол-во единиц измерения	Стоимость, тыс. USD		Удельный вес основных элементов трассы в общих капитальных вложениях, %
			Единицы измерения	Общая стоимость	
1. Транспортная линия, всего	1 км	100	115	11500	72,18
в том числе:					
1.1. Путевая структура	1 км	100	65	6500	40,8
1.2. Опоры	1 км	100	36	3600	22,6
1.3. Прочее	1 км	100	14	1400	8,79
2. Инфраструктура, всего	-	-	-	600	3,77
в том числе:					
2.1. Депо	шт.	1	400	400	2,51
2.2. Заправочная станция	шт.	2	50	100	0,63
2.3. Склад ГСМ	шт.	2	50	100	0,63
3. Проектно-изыскательские работы, всего,	-	-	-	270	1,69
в том числе:					
3.1. Трасса	км	100	1,5	150	0,94
3.2. Инфраструктура:					
- депо	шт.	1	120	120	0,75
4. Проектно-конструкторские работы, всего	-	-	-	755	4,74
в том числе:					
- путевая структура и опоры	км	100	0,8	80	0,5
- депо	шт.	1	75	75	0,47
- подвижной состав	-	4 типа модулей	150	600	3,77
5. Подвижной состав, всего	-	-	-	807	5,07
в том числе:					
- локомотивы (основные и запасные)	шт.	5	80	400	2,51

Наименование	Единица измерения	Кол-во единиц измерения	Стоимость, тыс. USD		Удельный вес основных элементов трассы в общих капитальных вложениях, %
			Единицы измерения	Общая стоимость	
- грузовые модули (включая резерв)	шт.	47	6	282	1,77
- пассажирские модули	шт.	3	15	45	0,28
- ремонтно-профилактические модули	шт.	4	20	80	0,5
6. Технологическое оборудование и оснастка	-	-	-	400	2,51
7. Прочее	-	-	-	1600	10,04
Всего	-	-	-	15 932	100%

Вариант 2

Наименование	Единица измерения	Кол-во единиц измерения	Стоимость, тыс. USD		Удельный вес основных элементов трассы в общих капитальных вложениях, %
			Единицы измерения	Общая стоимость	
1. Транспортная линия, всего	1 км	80	115	9 200	67,93
в том числе:					
1.1. Путьевая структура	1 км	80	65	5 200	38,39
1.2. Опоры	1 км	80	36	2 880	21,26
1.3. Прочее	1 км	80	14	1 120	8,27
2. Инфраструктура, всего	-	-	-	600	4,43
в том числе:					
2.1. Депо	шт.	1	400	400	2,95
2.2. Заправочная станция	шт.	2	50	100	0,74
2.3. Склад ГСМ	шт.	2	50	100	0,74
3. Проектно-изыскательские работы, всего	-	-	-	240	1,77
в том числе:					
3.1. Трасса	км	80	1,5	120	0,89

Наименование	Единица измерения	Кол-во единиц измерения	Стоимость, тыс. USD		Удельный вес основных элементов трассы в общих капитальных вложениях, %
			Единицы измерения	Общая стоимость	
3.2. Инфраструктура: - депо	шт.	1	120	120	0,89
4. Проектно-конструкторские работы, всего, в том числе:	-	-	-	739	5,5
- путевая структура и опоры	км	80	0,8	64	0,47
- депо	шт.	1	75	75	0,55
- подвижной состав	-	4 типа модулей	150	600	4,43
5. Подвижной состав, всего в том числе:	-	-	-	765	5,65
- локомотивы (основные и запасные)	шт.	5	80	400	2,95
- грузовые модули (включая резерв)	шт.	40	6	240	1,77
- пассажирские модули	шт.	3	15	45	0,33
- ремонтно-профилактические модули	шт.	4	20	80	0,59
6. Технологическое оборудование и оснастка	-	-	-	400	2,95
7. Прочее	-	-	-	1600	11,81
Всего	-	-	-	13 544	100%

Таблица 5

Количество обслуживающего персонала трассы СТС и годовые издержки по заработной плате (по двум вариантам)

Обслуживающий персонал трассы	Кол-во	Кол-во обслуживающего персонала, чел.		Средне-месячная заработная плата, USD	Годовая заработная плата персонала, тыс. USD
		на одну бригаду	всего		
1. Основные бригады машинистов	4	6	24	200	57,6
2. Дополнительные бригады машинистов *	1	6	6	200	8,4
3. Машинисты ремонтных и пассажирских модулей			10	200	24,0
4. Персонал заправочных станций	2	4	8	100	9,6
5. Персонал погрузочного и разгрузочного терминалов			36	100	43,2
6. Персонал депо и ремонтных мастерских, прочие рабочие			30	200	72,0
Всего:	-	-	114	1000	214,8

* Общее время работы в году – 7 мес.

Таблица 6

Годовые суммы амортизационных отчислений
Вариант 1

Наименование объектов	Балансовая стоимость объектов трассы *, тыс. USD (с учётом проектно-изыскательских, проектно-конструкторских и прочих затрат)	Срок службы, лет	Годовая норма амортизационных отчислений, %	Годовая сумма амортизационных отчислений, тыс. USD
1. Транспортная линия	13 510	50	2	270,2
2. Депо	655	20	5	32,8
3. Заправочные станции	116	20	5	5,8
4. Склады ГСМ	116	35	2,8	3,2
5. Подвижной состав, всего	1 535			137,1
из них:				
- локомотивы	856	16	6,1	52,2
- грузовые модули	352	8	12,5	44,0
- пассажирские модули	125	8	12,5	15,6
- ремонтно-профилактические модули	202	8	12,5	25,3
Итого:	15 932	-	-	449,1

Вариант 2

Наименование объектов	Балансовая стоимость объектов трассы *, тыс. USD (с учётом проектно-изыскательских, проектно-конструкторских и прочих затрат)	Срок службы, лет	Годовая норма амортизационных отчислений, %	Годовая сумма амортизационных отчислений, тыс. USD
1. Транспортная линия	11 124	50	2	222,5
2. Депо	675	20	5	33,8
3. Заправочные станции	118	20	5	5,9
4. Склады ГСМ	118	35	2,8	3,3
5. Подвижной состав, всего, из них:	1 509			132,6
- локомотивы	876	16	6,1	53,4
- грузовые модули	310	8	12,5	38,8
- пассажирские модули	125	8	12,5	15,6
- ремонтно-профилактические модули	198	8	12,5	24,8
Итого:	13 544	-	-	398,1

* Расчёт балансовой стоимости представлен в расчёте 1.

Расчёт балансовой стоимости элементов трассы

1. Путевая структура

1 вариант: $11\,500+150+80+(400+1600)\cdot(11\,500/12\,907)=13\,510,0$ тыс. USD;

2 вариант: $9\,200+120+64+(400+1600)(9\,200/10\,565)=11\,124,0$ тыс. USD.

где,

11500; 9200 – стоимость транспортной линии по вариантам, тыс. USD;

150; 120 – стоимость проектно-изыскательских работ по трассе по вариантам, тыс. USD;

80; 64 – стоимость проектно-конструкторских работ по транспортной линии по вариантам, тыс. USD;

400 – стоимость технологического оборудования и оснастки, тыс. USD;

1600 – прочие расходы, тыс. USD;

12907; 10565 – соответственно сумма стоимостей транспортной линии, инфраструктуры и подвижного состава по вариантам.

2. Депо

1 вариант: $400+120+75+(400+1600)(400/12\,907)=655,0$ тыс. USD;

2 вариант: $400+120+75+(400+1600)(400/10\,565)=675,0$ тыс. USD;

где,

400 – стоимость депо, тыс. USD;

120 – стоимость проектно-изыскательских работ по депо, тыс. USD;

75 – стоимость проектно-конструкторских работ по депо, тыс. USD;

3. Заправочные станции

1 вариант: $100+(400+1600)(100/12\,907)=116,0$ тыс. USD;

2 вариант: $100+(400+1600)(100/10\,565)=118,0$ тыс. USD.

где,

100 – стоимость заправочных станций, тыс. USD;

4. Склады ГСМ

1 вариант: $100+(400+1600)(100/12\ 907)=116,0$ тыс. USD;

2 вариант: $100+(400+1600)(100/10\ 565)=118,0$ тыс. USD.

где,

100 – стоимость складов ГСМ, тыс. USD.

5. Подвижной состав

5.1. Локомотивы

1 вариант: $400+600\cdot 0,66+(400+1600)(400/12\ 907)=856,0$ тыс. USD;

2 вариант: $400+600\cdot 0,66+(400+1600)(400/10\ 565)=876,0$ тыс. USD;

где,

400 – стоимость локомотивов, тыс. USD;

600 – стоимость проектно-конструкторских работ по подвижному составу;

0,66 – доля стоимости одного локомотива в общей стоимости подвижного состава.

5.2. Грузовые модули

1 вариант: $282+600\cdot 0,05+(400+1600)(282/12\ 907)=352,0$ тыс. USD;

2 вариант: $240+600\cdot 0,05+(400+1600)(240/10\ 565)=310,0$ тыс. USD;

где,

282; 240 – стоимость грузовых модулей, тыс. USD;

0,05 – доля стоимости одного грузового модуля в общей стоимости подвижного состава.

5.3. Пассажирские модули

1 вариант: $45+600\cdot 0,12+(400+1600)(45/12\ 907)=125,0$ тыс. USD;

2 вариант: $45+600\cdot 0,12+(400+1600)(45/10\ 565)=125,0$ тыс. USD;

где,

45 – стоимость пассажирских модулей, тыс. USD;

0,12 – доля стоимости одного пассажирского модуля в общей стоимости подвижного состава.

5.4. Ремонтно-профилактические модули

1 вариант: $80+600 \cdot 0,17+(400+1600)(80/12\ 907)=202,0$ тыс. USD;

2 вариант: $80+600 \cdot 0,17+(400+1600)(80/10\ 565)=198,0$ тыс. USD;

где,

80 – стоимость ремонтно-профилактических модулей, тыс. USD;

0,17 – доля стоимости одного ремонтно-профилактического модуля в общей стоимости подвижного состава.

Таблица 7

Годовые эксплуатационные издержки на техобслуживание и ремонт трассы и подвижного состава

Вариант 1

Наименование	Стоимость, тыс. USD	Годовая норма затрат на ТО и ремонт, %	Годовая сумма затрат на ТО и ремонт, тыс. USD
1. Транспортная линия	11 500,0	0,5	57,50
2. Инфраструктура	600,0	0,5	3,00
3. Подвижной состав	807,0	2	16,14
Итого:			76,64

Вариант 2

Наименование	Стоимость, тыс. USD	Годовая норма затрат на ТО и ремонт, %	Годовая сумма затрат на ТО и ремонт, тыс. USD
1. Транспортная линия	9 200,0	0,5	46,0
2. Инфраструктура	600,0	0,5	3,0
3. Подвижной состав	765,0	2	15,3
Итого:			64,3

Годовой расход топлива, смазочных и расходных материалов по подвижному составу

Вариант 1

Исходные данные:

	Гружёный	Порожний
Время движения состава, час	1,64	1,11
Время загрузки и разгрузки, час		0,2
Удельный расход топлива, г/кВт·ч		230
Мощность дизеля	400	200
Количество составов		3
Количество циклов в сутки		7

Расход топлива 1 грузовым составом за 1 цикл:

$$(1,64 \cdot 230 \cdot 400) + (1,11 \cdot 230 \cdot 200) + (0,2 \cdot 230 \cdot 200) = 211,14 \text{ л}$$

Расход топлива всеми грузовыми составами за год:

$$211,14 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 365 = 1\,618\,388,1 \text{ л}$$

Расход топлива пассажирскими и ремонтно-профилактическими модулями за год принимается на уровне 5% от расхода топлива грузовыми составами:

$$1\,618\,388,1 \cdot 0,05 = 80\,919,4 \text{ л}$$

Общий расход топлива за год:

$$1\,618\,388,1 + 80\,919,4 = 1\,699\,307,5 \text{ л}$$

Общий расход смазочных и расходных материалов принимается в размере 5% от общего расхода топлива за год:

$$1\,699\,307,5 \cdot 0,05 = 84\,965,4 \text{ л}$$

Вариант 2

Исходные данные:

	Гружёный	Порожний
Время движения состава, час	1,18	0,86
Время загрузки и разгрузки, час		0,2
Удельный расход топлива, г/кВт·ч		230
Мощность дизеля	400	200
Количество составов		3
Количество циклов в сутки		9

Расход топлива 1 грузовым составом за 1 цикл:

$$(1,18 \cdot 230 \cdot 400) + (0,86 \cdot 230 \cdot 200) + (0,2 \cdot 230 \cdot 200) = 157,32 \text{ л}$$

Расход топлива всеми грузовыми составами за год:

$$157,32 \cdot 3 \cdot 9 \cdot 365 = 1\,550\,388,6 \text{ л}$$

Расход топлива пассажирскими и ремонтно-профилактическими модулями за год принимается на уровне 5% от расхода топлива грузовыми составами:

$$1\,550\,388,6 \cdot 0,05 = 77\,519,4 \text{ л}$$

Общий расход топлива за год:

$$1\,550\,388,6 + 77\,519,4 = 1\,627\,908 \text{ л}$$

Общий расход смазочных и расходных материалов принимается в размере 5% от общего расхода топлива за год:

$$1\,627\,908 \cdot 0,05 = 81\,395,4 \text{ л}$$

Расчет 3

**Годовые затраты на топливо и смазочные материалы по
подвижному составу**

Вариант 1: $1\ 699\ 307,5 \cdot 0,25 + 84\ 965,4 \cdot 0,6 = 475,8$ тыс. USD

Вариант 2: $1\ 627\ 908 \cdot 0,25 + 81\ 395,4 \cdot 0,6 = 455,8$ тыс. USD

где,

0,25; 0,6 – соответственно стоимость 1 л топлива и 1 л смазочных материалов, USD.

Расчёт 4

**Расчёт налогов на заработную плату
(для двух вариантов)**

Ставка единого социального налога установлена в размере 35,6% от фонда оплаты труда работников, обслуживающих трассу.

$$214,8 \cdot 0,356 = 76,5 \text{ тыс. USD/год}$$

Расчет 5

**Годовые эксплуатационные издержки без административно-
накладных расходов**

Вариант 1: $214,8 + 449,1 + 76,64 + 475,8 + 76,5 = 1\ 292,8$ тыс. USD/год

Вариант 2: $214,8 + 398,1 + 64,3 + 455,8 + 76,5 = 1\ 209,5$ тыс. USD/год

Расчет 6

Годовые административно-накладные расходы

Принимаются на уровне 1% от суммы годовых издержек и определены с учётом затрат на собственные нужды: отопление, освещение, почту, связь и т.д.

Вариант 1: $1\ 292,8 \cdot 0,01 = 12,9$ тыс. USD/год

Вариант 2: $1\ 209,5 \cdot 0,01 = 12,1$ тыс. USD/год

Расчёт 7

**Годовые эксплуатационные издержки
без учёта годовой суммы роялти**

Вариант 1: $1\ 292,8 + 12,9 = 1\ 305,7$ тыс. USD

Вариант 2: $1\ 209,5 + 12,1 = 1\ 221,6$ тыс. USD

Годовая сумма роялти

Сумма роялти патентообладателю устанавливается на уровне 10% от суммы эксплуатационных издержек по перевозкам и определяется договором между собственником транспортной системы и патентообладателем:

$$\text{Вариант 1: } \frac{1305,7 \cdot 10\%}{100\%} = 130,57 \text{ тыс. USD.}$$

$$\text{Вариант 2: } \frac{1221,6 \cdot 10\%}{100\%} = 122,16 \text{ тыс. USD.}$$

Таблица 8

Структура себестоимости перевозки руды по трассе СТС
«Рудник «Снегирихинский» - обогатительная фабрика пос. Белоусовка»

Издержки	1 вариант (100 км)		2 вариант (80 км)	
	Величина издержек, тыс. USD/год	Доля в общих эксплуатационных издержках, %	Величина издержек, тыс. USD/год	Доля в общих эксплуатационных издержках, %
1. Издержки по заработной плате	214,8	15,0	214,8	16,0
2. Амортизационные отчисления	449,1	31,3	398,1	29,6
3. Затраты на топливо и смазочные материалы	475,8	33,1	455,8	33,9
4. Эксплуатационные издержки на техобслуживание и ремонт	76,64	5,3	64,3	4,8
5. Налоги на заработную плату	76,5	5,3	76,5	5,7
6. Административно-накладные расходы	12,9	0,9	12,1	0,9
7. Роялти	130,57	9,1	122,16	9,1
Всего	1 436,31	100%	1 343,76	100%

Годовые удельные эксплуатационные издержки (себестоимость перевозок)

Годовые удельные эксплуатационные издержки (себестоимость перевозок) по транспортной системе в расчёте на 1 т·км:

$$1 \text{ вариант: } \frac{1436310 \text{ USD/год}}{579500 \text{ т/год} \cdot 100 \text{ км}} = 0,0248 \text{ USD/т} \cdot \text{км.}$$

$$2 \text{ вариант: } \frac{1343760 \text{ USD/год}}{621000 \text{ т/год} \cdot 80 \text{ км}} = 0,0270 \text{ USD/т} \cdot \text{км.}$$

Таблица 9

Сравнительный анализ строительства и эксплуатации трассы «Рудник
«Снегирихинский» - обогатительная фабрика пос. Белоусовка»
по двум вариантам

Показатели	1 вариант (100 км)	2 вариант (80 км)
1. Капитальные вложения, тыс. USD	15 932	13 544
2. Удельные капитальные вложения в строительство трассы, USD/т*	3,64	3,09
3. Удельные капитальные вложения в строительство трассы, USD/км	159,32	169,3
4. Объём перевозок, тыс. тонн в год	579,5	621,0
5. Годовые эксплуатационные издержки, тыс. USD	1 436,31	1 343,76
6. Себестоимость перевозок, USD/т·км	0,0248	0,0270
7. Себестоимость перевозок, USD/т	2,48	2,16

* для запасов руды в объёме 4 377 тыс. тонн

Из данных, приведённых в табл. 9, видно, что предпочтительнее второй вариант, так как при меньших капитальных вложениях и годовых эксплуатационных издержках объём перевозимой руды увеличится на 41,5 тыс. тонн в год. Кроме того, на каждую тонну руды себестоимость перевозок по 2 варианту на 0,32 USD меньше, чем по 1 варианту, и составит 2,16 USD/т.