

## Технико-экономическое обоснование

Целью данного экономического обоснования является доказательство целесообразности использования модульно-стержневых систем глубинного заземления «ШИП» с термодиффузионным покрытием (производство ООО «Алстрим Энерго»), как альтернативу традиционному способу заземления – вертикальными электродами из углового проката.

Для иллюстрации экономической целесообразности представлены примерные проектные решения заземления следующего объекта энергетики:

*Трансформаторная подстанция БКТП 10(6)/0,4кВ. Требуемое сопротивление растеканию 2,5 Ом.*

Расчет сопротивления растеканию тока заземляющих устройств выполнен для суглинка с удельным сопротивлением 100 Ом\*м для поверхностного слоя и 60 Ом\*м для глубинного электрода с учетом сезонных колебаний.

Следует иметь в виду, что при расчете заземлителей из углового проката не учитывалась стоимость восстановительных работ (асфальтовые и бетонные покрытия дорожного полотна и тротуаров, а также газонов и зеленых насаждений) неизбежных в условиях стесненности городской застройки. Тем не менее данные восстановительные работы как правило на порядок увеличивают стоимость работ и значительно усложняют процедуру согласования с коммунальными и муниципальными службами.

Так же обращаем Ваше внимание на повышенные эксплуатационные свойства заземлителей с антикоррозионным ТДЦ покрытием, что значительно увеличивает срок службы заземления минимум на 30 – 40 лет и повышает надежность работы электрооборудования.

### Пояснительная записка

Заземляющее устройство типовой БКТП состоит из 14 вертикальных 3-х метровых заземлителей расположенных на расстоянии 3-х метров друг от друга (количество заземлителей определено расчетом) и горизонтального заземлителя. Вертикальные заземлители выполняются из стального уголка 50×50×5. Для горизонтального заземлителя используется стальная полоса 40×4. Горизонтальный заземлитель соединяет вертикальные заземлители и образует замкнутый контур вокруг БКТП уложенный на расстоянии 1 метра от фундамента.

Стоимость материалов составляет порядка 20% от сметной стоимости. Стоимость земляных работ составляет 70% от сметной стоимости. Сметой не учитываются восстановительные работы (восстановление дорожных покрытий, тротуаров, газонов).

### Выводы:

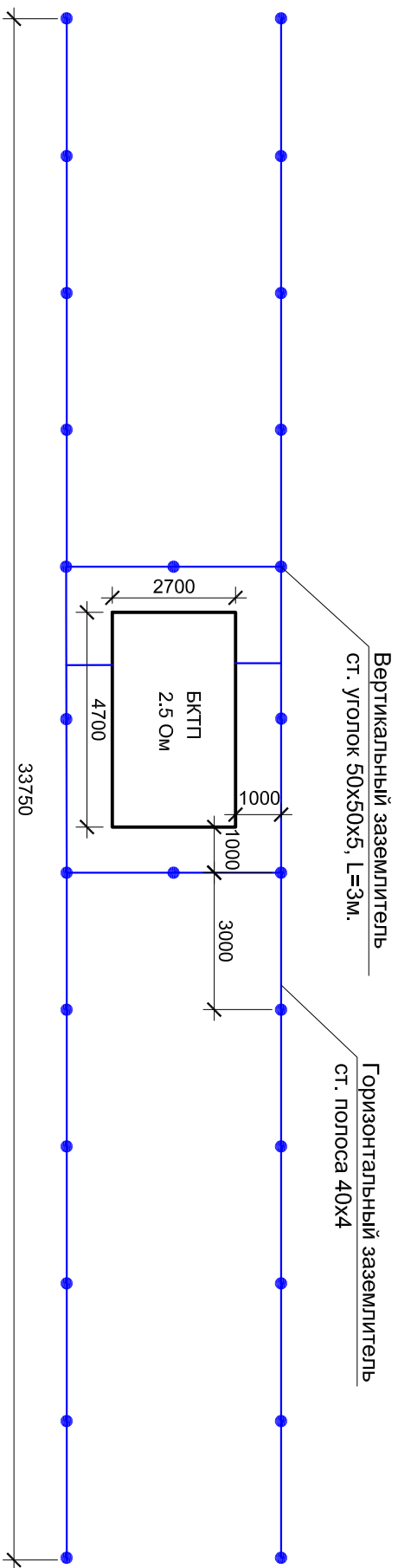
Сметная стоимость выполнения работ по заземлению составляет 101 659 рублей (здесь и далее – в ценах на декабрь 2013 года). Стоимость заземления, выполненного глубинными заземлителями «ШИП» составит 60 464 рубля.

В данном случае, использование систем модульно-стержневого глубинного заземления «ШИП» обойдётся дешевле на 41% по сравнению с традиционным способом заземления. Разница в денежном эквиваленте составляет 41 195 рублей.

### Приложения:

- схема, расчет, смета заземления БКТП на уголках;
- схема, расчет, смета заземления БКТП с использованием глубинного заземления ШИП

# Трансформаторная подстанция БКТП 10(6)/0.4кВ



## Расчёт сопротивления контура заземления ТП 2,5 Ом (уголки)

Климатическая зона 3.

Удельное сопротивление принимаем  $\rho = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ .

Определим удельное сопротивление грунта с учетом повышающих коэффициентов сезонности "К", учитывающих высыхание грунта летом и промерзание зимой;

-для горизонтальных электродов  $K = 1,6$ ,

-для вертикальных электродов  $K = 1,2$

Сопротивление заземлителя (Ом) из угловой стали:

Сопротивление вертикального электрода ( $h=3 \text{ м}$ ) определяется по форму

$$R_e = \frac{0,366 * \rho_{расч}}{L_e} \left( \lg \frac{2L_e}{K_g * d} + 0,5 \lg \frac{4t + L_e}{4t - L_e} \right) =$$

$$= \frac{0,366 * 120}{2,5} \left( \lg \frac{2 * 3}{0,84 * 0,05} + 0,5 \lg \frac{4 * 1,85 + 3}{4 * 1,85 - 3} \right) = 34,05 \text{ Ом}$$

Суммарное сопротивление 26 вертикальных электродов:

<b>Исходные данные:</b>		
R- сопротивление 1 электрода	R=	34.05
s- расстояние между электродами	s=	3
q- сопротивление почвы (с учетом коэф.)	q=	120
A- коэффициент (см. табл. 1 и 2)	A=	8.32
n- количество электродов	n=	26
<b>Расчет :</b>		
Pi=		3.141593
2*Pi*R*s=		641.8274
a=		0.186966
A*a=		1.555558
1+A*a=		2.555558
(1+A*a)/n		0.098291
<b>Результат:</b>	Rn=	<b>3.346799</b>

В качестве горизонтального электрода применяем полосу стальную 4x40 мм. Длина полосы 79 м. Определим сопротивление горизонтального электрода. Коэффициент сезонности горизонтального электрода  $K_s=1,6$ .

$$R_r = K \frac{\rho_r}{\pi l} \ln \frac{2l^2}{bH} = 1,6 \frac{100}{\pi 79} \ln \frac{2 \cdot 79^2}{0,04 \cdot 0,7} = 8,39 \text{ Ом}$$

Результирующее сопротивление току растекания для контура заземления составляет:

$$R = \frac{R_B \cdot R_r}{R_B + R_r} = \frac{3,35 \cdot 8,39}{3,35 + 8,39} = 2,39 \text{ Ом}$$

Сопротивление контура заземления менее 2,5 Ом, что соответствует требованиям нормативов.

СОГЛАСОВАНО:

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Реконструкция сетей электроснабжения 2012

(наименование объекта)

## ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА № 03

Заземление ТП 2,5 Ом (на уголках)

Основание:

Сметная стоимость	101.659 тыс. руб.
строительных работ	71.371 тыс. руб.
монтажных работ	30.288 тыс. руб.
оборудования	0 тыс. руб.
прочих работ	0 тыс. руб.
Средства на оплату труда	24.656 тыс. руб.
Нормативная трудоемкость	0.341 тыс. чел. час.

Смета составлена в ценах декабря 2013 года

№ п/п	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат	Количество и единица измерения	Стоимость единицы, руб.		Общая стоимость, руб.			Затраты труда рабочих, не занятых обслуживанием машин, чел-ч	
				всего	эксплуатации машин	всего	оплаты труда	эксплуатации машин	на единицу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

## Земляные работы

1	ТЕР-01-02-057-04	РАЗРАБОТКА ГРУНТА ВРУЧНУЮ В ТРАНШЕЯХ ГЛУБИНОЙ ДО 2 М БЕЗ КРЕПЛЕНИЙ С ОТКОСАМИ, ГРУППА ГРУНТОВ: 4 НР=68% (НР = 4336 руб.) СП=36% (СП = 2295 руб.)	0,142	44903,74		6376	6376		356	50,55
			100М3 ГРУНТА	44903,74						
2	ТЕР-01-02-061-02	ЗАСЫПКА ВРУЧНУЮ ТРАНШЕИ, ПАЗУХ КОТЛОВАНОВ И ЯМ, ГРУППА ГРУНТОВ: 2 НР=68% (НР = 1042 руб.) СП=36% (СП = 552 руб.)	0,142	10789,43		1532	1532		97,2	13,8
			100М3 ГРУНТА	10789,43						
3	ТЕР-01-02-059-03	РЫТЬЕ ЯМ ВРУЧНУЮ ГЛУБИНОЙ 1,5 М ПОД ЭЛЕКТРОД ЗАЗЕМЛЕНИЯ С ОБРАТНОЙ ЗАСЫПКОЙ, ГРУППА ГРУНТОВ: 3 НР=68% (НР = 20739 руб.) СП=36% (СП = 10979 руб.)	26	2089,56		54329	30498		9,7	252,2
			1ЭЛЕКТРО Д	1172,97						
4	ТЕР-01-02-059-07	ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ НА КАЖДЫЕ 0,5 М ДОБАВЛЯТЬ ИЛИ ИСКЛЮЧАТЬ: К "НОРМЕ/РАСЦЕНКЕ> 01-2-59-3 НР=68% (НР = - 13899 руб.) СП=36% (СП = - 7358 руб.)	26	786,1		-20439	-20439		3,25	-84,5

11										
			1ЭЛЕКТРО Д	786,1						

**Итого: Земляные работы** 41798 17967 232,05

	Прямые затраты			41798
	Материальные затраты			23831
	Материалы учтенные расценками			23831
	Основная зарплата			17967
	Накладные расходы			12218
	Сметная прибыль			6468
	<b>Итого СМР в текущих ценах</b>			<b>60484</b>

**Устройство молниезащиты**

5	ТЕРМ- 08- 02- 472- 02	ЗАЗЕМЛИТЕЛЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ИЗ СТАЛИ: ПОЛОСОВОЙ СЕЧЕНИЕМ 160 ММ2 НР=81% (НР = 1506 руб.) СП=52% (СП = 967 руб.)	0,79	3349,7	428,37	2646	1826	338	16,6	13,11
			100М	2310,84	42,13			33		
6	101- 1889 ТССЦ ЦМЭЦ 12 2013	СТАЛЬ ПОЛОСОВАЯ 40Х4 ММ	0,1027	28475,8		2924				
			Т							
7	ТЕРМ- 08- 02- 471- 01	ЗАЗЕМЛИТЕЛЬ ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ИЗ УГЛОВОЙ СТАЛИ РАЗМЕРОМ: 50Х50Х5 ММ НР=81% (НР = 3212 руб.) СП=52% (СП = 2062 руб.)	2,6	2111,29	339,54	5489	3872	883	10,7	27,82
			10ШТ	1489,52	36,32			94		
8	101- 1641 ТССЦ ЦМЭЦ 12 2013	СТАЛЬ УГЛОВАЯ РАВНОПОЛОЧНАЯ, МАРКА СТАЛИ ВСтЗКП2, РАЗМЕРОМ 50Х50Х5 ММ	0,3016	22752,87		6862				
			Т							

**Итого: Устройство молниезащиты** 17921 5698 1221 40,93  
127

	Прямые затраты			17921
	Материальные затраты			11002
	Материалы учтенные расценками			1216
	Материалы не учтенные расценками			9786
	Основная зарплата			5698
	Эксплуатация машин			1221
	в тч ЗП машинистов			127
	Накладные расходы			4718
	Сметная прибыль			3029
	<b>Итого СМР в текущих ценах</b>			<b>25668</b>

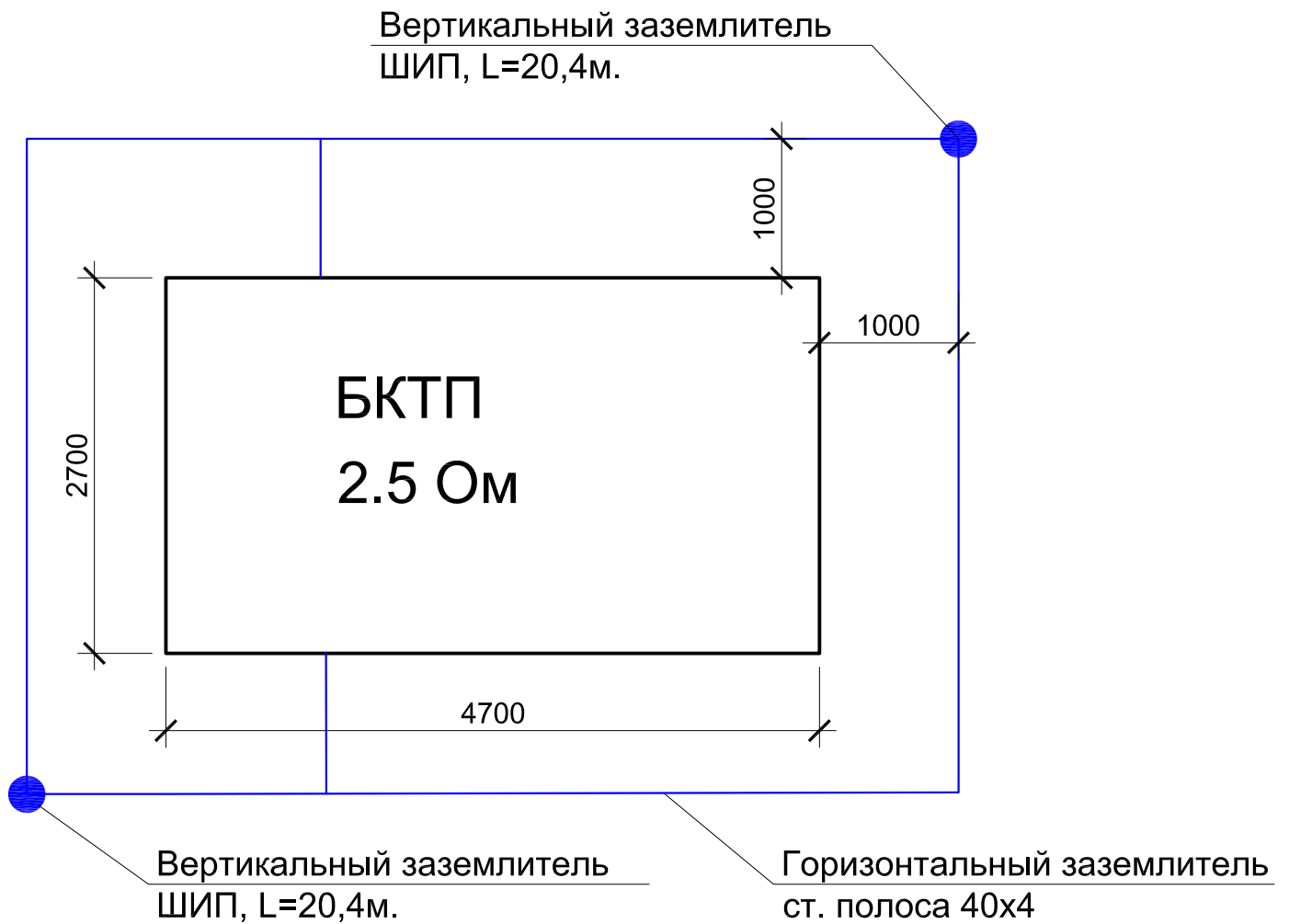
**Итого по смете:** 59719 23665 1221 272,99  
127

	Итого без НДС			86152
	НДС	18 %		15507
	<b>ВСЕГО ПО СМЕТЕ</b>			<b>101659</b>

Составил: \_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_

Трансформаторная подстанция БКТП 10(6)/0.4кВ



**Расчёт сопротивления контура заземления ТП 2,5 Ом (глубинный заземлитель "ШИП")**

Климатическая зона 3.

Удельное сопротивление верхних слоев грунта принимаем  $\rho = 100 \text{ Ом.м.}$

Удельное сопротивление грунта для глубинного электрода принимаем  $\rho = 60 \text{ Ом.м.}$

Определим удельное сопротивление грунта с учетом повышающих коэффициентов сезонности "К", учитывающих высыхание грунта летом и промерзание зимой;

-для горизонтальных электродов  $K = 1,6$

-для вертикальных электродов  $K = 1$

Сопротивление вертикального электрода ( $h=20,4 \text{ м}$ ) определяется по формуле:

$$R_{\text{вм}} = \frac{\rho}{2\pi l} K \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right) = \frac{60}{2\pi \cdot 20,4} \left( \ln \frac{2 \cdot 20}{0,016} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 11 + 20}{4 \cdot 11 - 20} \right) = 3,91 \text{ Ом}$$

где

$\rho$ - удельное сопротивление грунта,

$K$ - коэффициент сезонности,

$L$ - длина вертикального электрода,

$t$  - расстояние от земли до середины электрода,

$d$  - диаметр глубинного электрода.

Суммарное сопротивление 2 вертикальных электродов заземления ( $h=20,4\text{м}$ ):

<b>Исходные данные:</b>		
R- сопротивление 1 электрода	R=	3.91
s- расстояние между электродами	s=	9
q- сопротивление почвы	q=	60
A- коэффициент (см. табл. 1 и 2)	A=	1
n- количество электродов	n=	2
<b>Расчет :</b>		
Pi=		3.141593
2*Pi*R*s=		221.1053
a=		0.271364
A*a=		0.271364
1+A*a=		1.271364
(1+A*a)/n		0.635682
<b>Результат:</b>	Rn=	<b>2.485516</b>

В качестве горизонтального электрода применяем полосу стальную 4x40 мм. Длина полосы 25 м. Определим сопротивление горизонтального электрода. Коэффициент сезонности горизонтального электрода  $K_c=1,6$ .

$$R_r = K \frac{\rho_r}{\pi l} \ln \frac{2l^2}{bH} = 1,6 \frac{100}{\pi 25} \ln \frac{2 \cdot 25^2}{0,04 \cdot 0,5} = 20,46 \text{ Ом}$$

Результирующее сопротивление току растекания для контура заземления составляет:

$$R = \frac{R_b \cdot R_r}{R_b + R_r} = \frac{2,5 \cdot 20}{2,5 + 20} = 2,23 \text{ Ом}$$

Сопротивление контура заземления менее 2,5 Ом, что соответствует требованиям нормативов.



СОГЛАСОВАНО:

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Реконструкция сетей электроснабжения 2012

(наименование объекта)

## ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА № 04

Заземление ТП 2,5 Ом (глубинный заземлитель "ШИП")

Основание:

Сметная стоимость	60.464 тыс. руб.
строительных работ	57.462 тыс. руб.
монтажных работ	3.002 тыс. руб.
оборудования	0 тыс. руб.
прочих работ	0 тыс. руб.
Средства на оплату труда	11.187 тыс. руб.
Нормативная трудоемкость	0.11 тыс. чел. час.

Смета составлена в ценах декабрь 2013 года

№ п/п	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат	Количество и единица измерения	Стоимость единицы, руб.		Общая стоимость, руб.			Затраты труда рабочих, не занятых обслуживанием машин, чел-ч	
				всего	эксплуатации машин	всего	оплаты труда	эксплуатации машин	на единицу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

## Земляные работы

1	ТЕР-01-02-057-04	РАЗРАБОТКА ГРУНТА ВРУЧНУЮ В ТРАНШЕЯХ ГЛУБИНОЙ ДО 2 М БЕЗ КРЕПЛЕНИЙ С ОТКОСАМИ, ГРУППА ГРУНТОВ: 4 НР=68% (НР = 1221 руб.) СП=36% (СП = 647 руб.)	0,04	44903,74		1796	1796		356	14,24
			100М3 ГРУНТА	44903,74						
2	ТЕР-01-02-061-02	ЗАСЫПКА ВРУЧНУЮ ТРАНШЕИ, ПАЗУХ КОТЛОВАНОВ И ЯМ, ГРУППА ГРУНТОВ: 2 НР=68% (НР = 294 руб.) СП=36% (СП = 156 руб.)	0,04	10789,43		432	432		97,2	3,89
			100М3 ГРУНТА	10789,43						

Итого: Земляные работы

2228 2228

18,13

	Прямые затраты		2228
	Основная зарплата		2228
	Накладные расходы		1515
	Сметная прибыль		803
	Итого СМР в текущих ценах		4546

## Устройство молниезащиты

3	ТЕРм-08-02-472-02	ЗАЗЕМЛИТЕЛЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ИЗ СТАЛИ: ПОЛОСОВОЙ СЕЧЕНИЕМ 160 ММ2 НР=81% (НР = 476 руб.) СП=52% (СП = 306 руб.)	0,25	3349,7	428,37	837	577	107	16,6	4,15
---	-------------------	---	------	--------	--------	-----	-----	-----	------	------

11										
			100М	2310,84	42,13			11		
4	101- 1889 ТССЦ ЦМЭЦ 12 2013	СТАЛЬ ПОЛОСОВАЯ 40Х4 ММ	0,0325	28475,8		925				
			Т							
5	ТЕРМ- 08- 02- 475- 01 СИ N11 2006	УСТРОЙСТВО ГЛУБИННОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗАЗЕМЛИТЕЛЯ ДИАМЕТРОМ ДО 17,2 ММ НР=81% (НР = 6433 руб.) СП=52% (СП = 4130 руб.)	40,8	226,13	38,38	9226	7660	1566	1,28	52,22
			М СТЕРЖНЯ	187,75	6,9			282		
6	ООО "АЛСТРИМ"	КОМПЛЕКТ "ШИП - 12/20" (20 М) ЦЕНА=13955/1,18*1,03	2	12181,06		24362				
			КОМПЛЕКТ							
<b>Итого: Устройство молниезащиты</b>						<b>35350</b>	<b>8237</b>	<b>1673</b>		<b>56,37</b>
								<b>293</b>		

	Прямые затраты			35350						
	Материальные затраты			25440						
	Материалы учтенные расценками			153						
	Материалы не учтенные расценками			25287						
	Основная зарплата			8237						
	Эксплуатация машин			1673						
	в тч ЗП машинистов			293						
	Накладные расходы			6909						
	Сметная прибыль			4436						
	Итого СМР в текущих ценах			46695						

**Итого по смете:** **37578** **10465** **1673** **74,5**  
**293**

	Итого без НДС			51241						
	НДС		18 %	9223						
	<b>ВСЕГО ПО СМЕТЕ</b>			<b>60464</b>						

Составил:

\_\_\_\_\_

Проверил:

\_\_\_\_\_