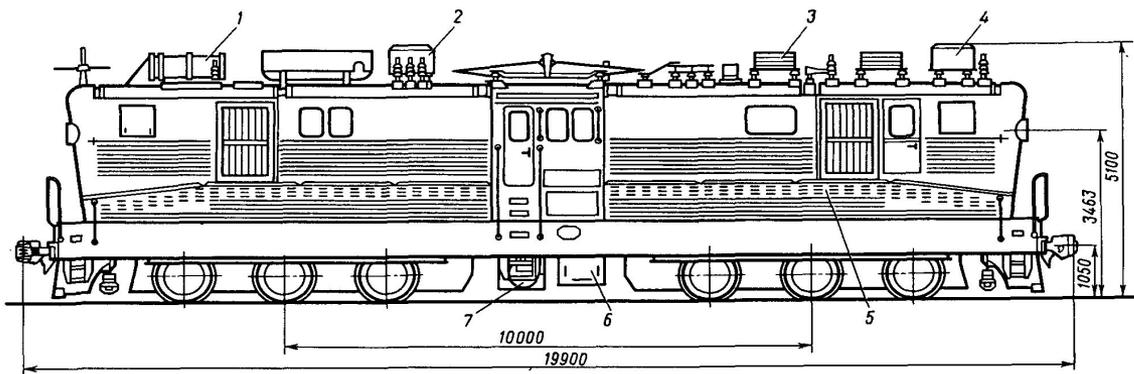
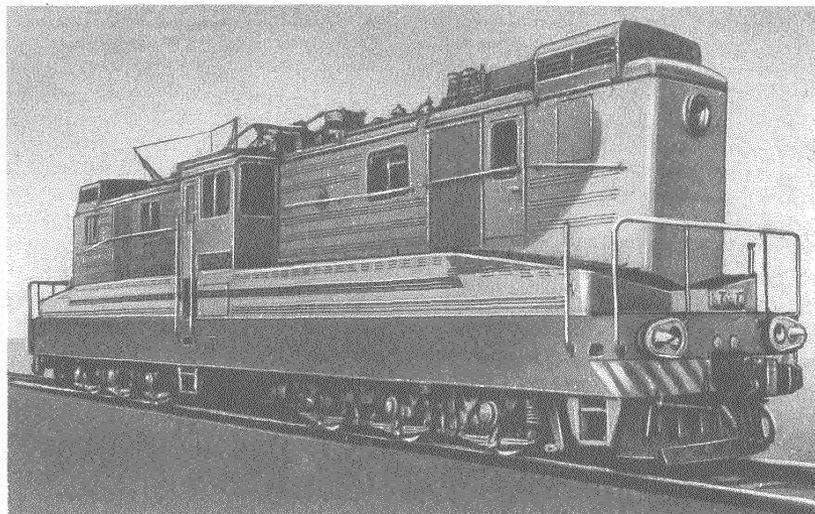


Разработка проекта аккумуляторного маневрового тепловоза

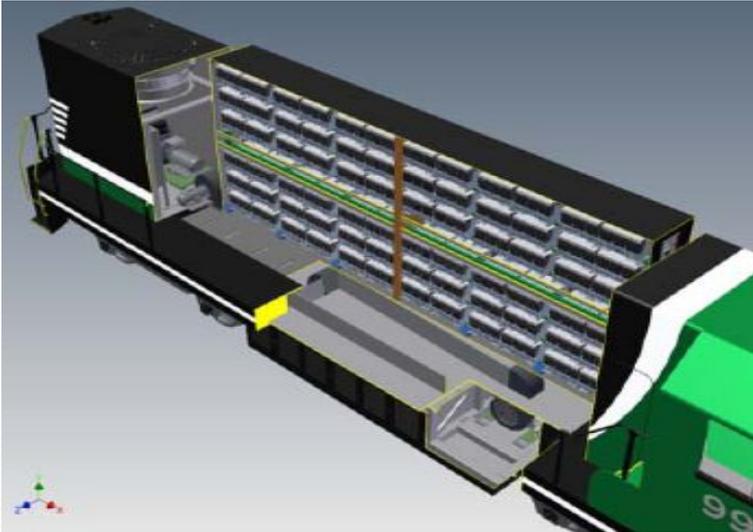
Выполнил студент: Григорьев А. В.

Руководитель ВКР: Федоров Ю. В.

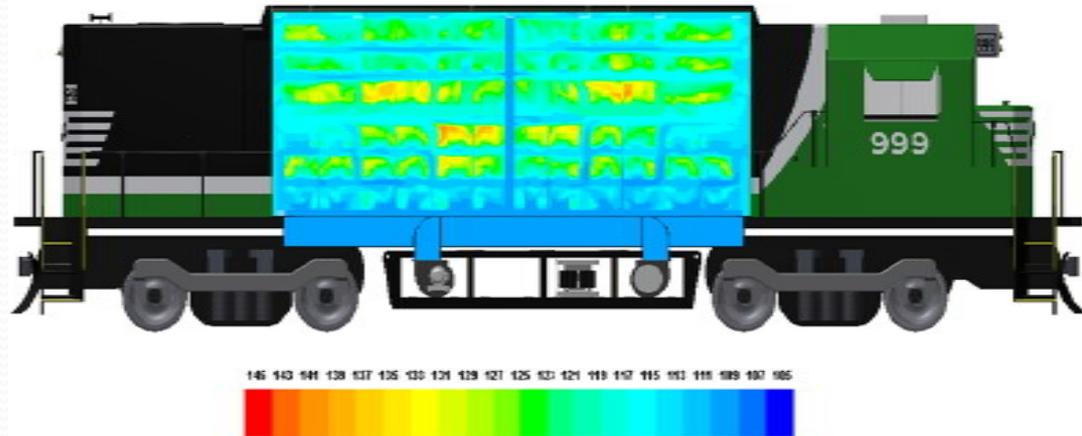
Электровоз серии ВЛ26



NS 999



CFD modeling results



146 143 141 138 137 135 133 131 129 127 125 123 121 119 117 115 113 111 109 107 105

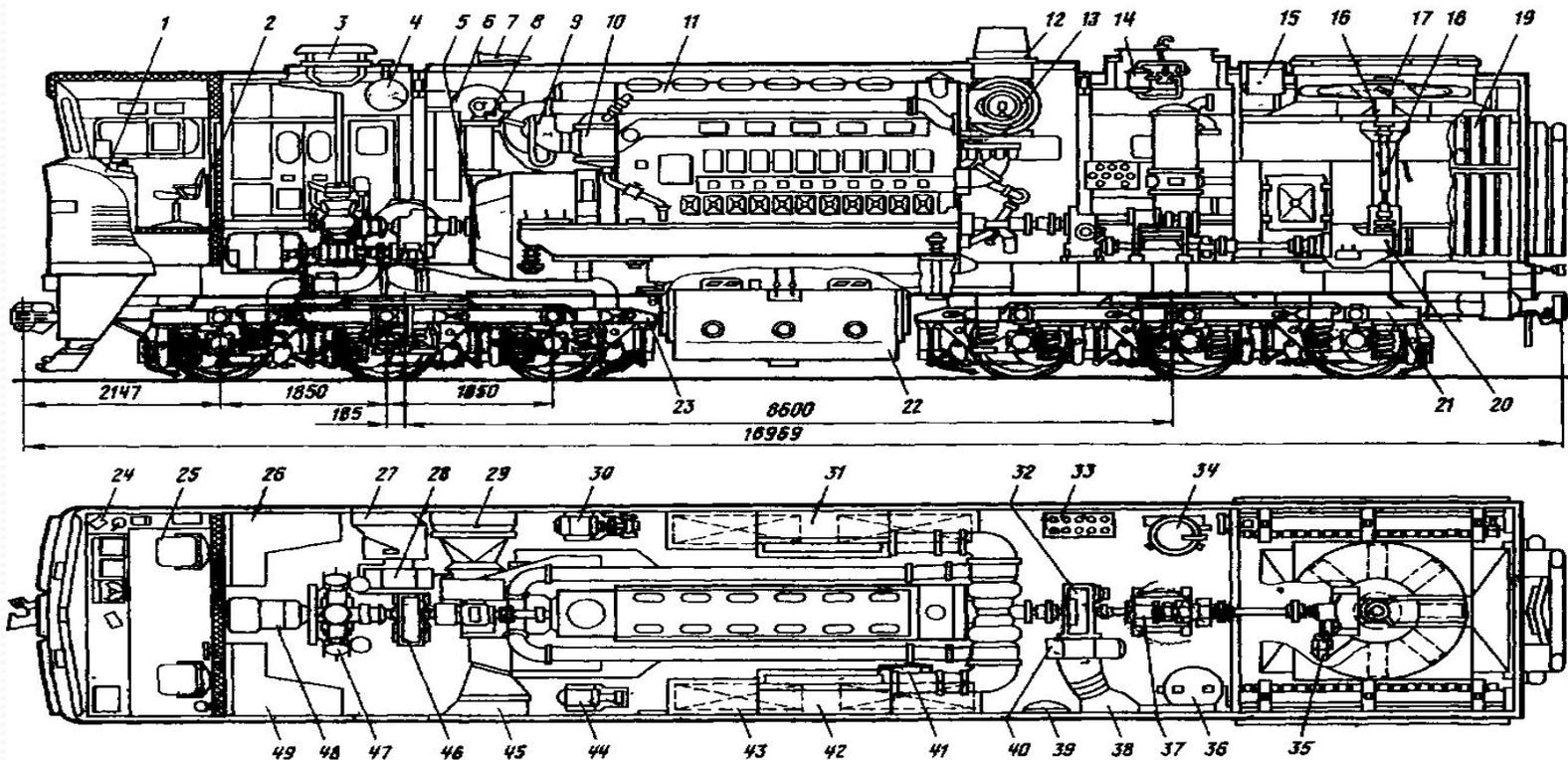
Temperature (F)



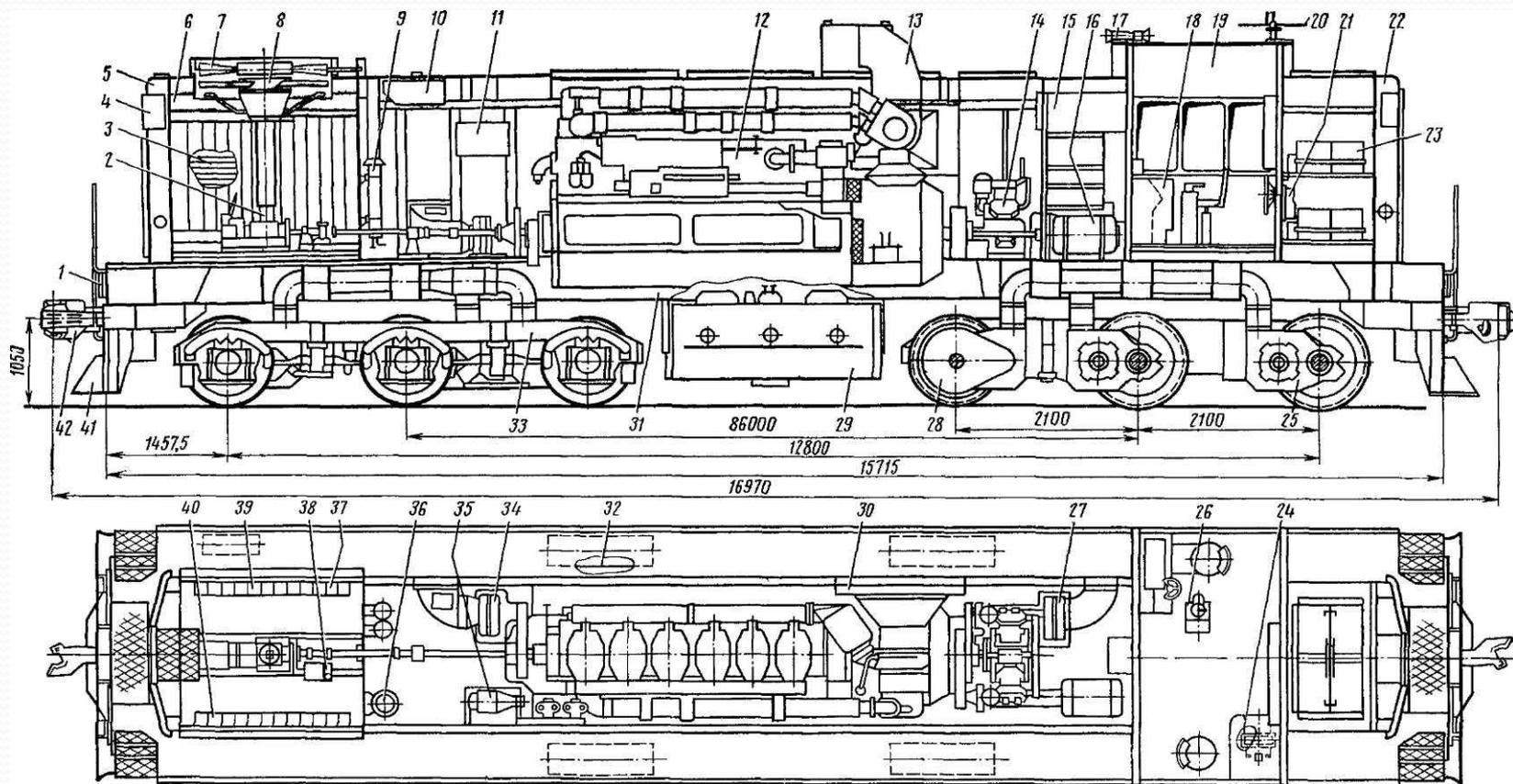
Таблица средних показателей маневровой и хозяйственной работы эксплуатационного депо станции Улан-Удэ ТЧЭ-7

Род службы	Средняя скорость, км/ч;	Средняя максимальная масса состава, т.;	Максимальная масса состава, т.;	Расход топлива во время работы, кг/ч;	Расход топлива на простой, кг/ч;	Пробег за смену, км;
Маневровая	30	600	850	12,6	7,7	70,2
Хозяйственная	30	600	850	17,3	10,6	127

Определение объектов модернизации



Тепловоз ТЭ10М



Тепловоз ТЭМ2

Замена и упразднение агрегатов модернизируемых тепловозов

Агрегаты	ТЭ10М		ТЭМ2	
	до	после	до	после
Дизель-генераторная установка	В наличии	Заменен на блоки аккумуляторных батарей	В наличии	Заменен на блоки аккумуляторных батарей
Двухмашинный агрегат	В наличии	убран	В наличии	убран
Топливный бак	В наличии	убран	В наличии	убран
Водяной бак	В наличии	убран	В наличии	убран
Масляный бак	В наличии	убран	В наличии	убран
Теплообменники	В наличии	убраны	В наличии	убран
Воздушные фильтры	В наличии	убраны	В наличии	убран
Привод вентилятора холодильной камеры	В наличии	убран	В наличии	убран
Секции холодильника	В наличии	убраны	В наличии	убран
Маслоподкачивающий насос	В наличии	убран	В наличии	убран
Топливный насос	В наличии	убран	В наличии	убран
Привод воздушного компрессора	В наличии	Заменен на электродвигатель	В наличии	Заменен на электродвигатель
Система пожаротушения	В наличии	Заменена на порошковую класса D	В наличии	Заменена на порошковую класса D
Аккумуляторные батареи	В наличии	Заменены на литий-ионные АКБ	В наличии	Заменены на литий-ионные АКБ
Вентиляционная система	В наличии	Заменена на другую	В наличии	Заменена на другую

Мощности, токи и напряжения тепловозов

Наименование тепловоза	Мощность генератора , кВт	Ток длительного режима, А	Ток часового режима, А	Напряжение длительного режима, В	Напряжение часового режима, В
ТЭ10М	2000	2870	4320	700	465
ТЭМ2	780	900	1200	870	520

Подбор аккумуляторных батарей для тепловоза

Наименование	Напряжение, В	Оценки	Энергоемкость, Вт*ч/кг	Оценки	Внутреннее сопротивление, мОм/Ач	Оценки	Саморазряд % в месяц	Оценки	Рабочая температура, °С	Оценки	Число циклов заряд/разряд	Оценки	Емкость, Ач	Оценки	Срок хранения, лет	Оценки	Вес элемента, г.	Оценки	Скорость заряда, ч.	Оценки	Сумма
Лантан-фторидный аккумулятор	2,3-2,7	2	750	5	-	0	-	0	до 400-500	5	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	12
Литий-ионный аккумулятор	3,5-3,7	3	243	2	15	5	3	4	от -20 до +60	5	500-1000	1	1	1	-	0	-	0	-	0	21
Литий-кобальтовый аккумулятор	3,7	3	240	2	-	0	-	0	До 150	5	500-1000	1	2,4	2	3	1	-	0	3	3	17
Литий-полимерный аккумулятор	3,7	3	-	0	1	1	1	5	-20 до +50	5	400-500	1	-	0	-	0	-	0	2	2	17
Литий-фторный аккумулятор	6,07	5	627	5	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	10
литий-марганцевый аккумулятор	4,2	4	-	0	-	0	-	0	От -10	4	500	1	4,2	2	-	0	-	0	-	0	11
Литий-железо-сульфидный аккумулятор	1,35	1	560	4	-	0	3	4	От -30 До +45	5	2000	2	2,3	2	-	0	-	0	0,25	4	22
Литий-железо-фосфатный аккумулятор	3,3	3	140	1	-	0	3-5	4	От -30 до +55	5	2000-7000	2	-	0	15	3	-	0	-	0	18
Литий-титанатный аккумулятор	2,4	2	100	1	-	0	2-5	4	От -40	4	6000	2	2,9	2	10	2	-	0	0,16	5	22
Литий-хлорный аккумулятор	3,99	4	252	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	5
Литий-серный аккумулятор	2,1	2	300	2	-	0	-	0	До +60	4	60	1	-	0	-	0	-	0	-	0	9
Литий-металл-полимерный аккумулятор	3,6	3	-	0	-	0	1	5	От -40 до +100	5	600	1	1	1	-	0	-	0	-	0	15
Железо-воздушный аккумулятор	-	0	135	1	-	0	-	0	От -15 до +30	3	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	4
Никель-солевой аккумулятор	2,56	2	140	1	-	0	-	0	От -40 до +60	5	от 3000 до 9000	3	40	3	25	4	-	0	-	0	18
Серно-натриевый аккумулятор	2,1	2	350	3	-	0	-	0	До +300	4	1500	1	-	0	-	0	-	0	-	0	10
Никель-кадмиевый аккумулятор	1,37	1	65	1	-	0	10	1	От -50 до +40	5	900	1	-	0	25	4	-	0	-	0	14
Железо-никелевый аккумулятор	1,2	1	50	1	-	0	30	1	от -40 до +46	5	-	0	-	0	40	5	-	0	-	0	13
Никель-водородный аккумулятор	1,55	1	75	1	-	0	-	0	от -20 до +40	4	20000	4	100	4	15	3	-	0	-	0	17
Никель-металл-гидридный аккумулятор	1,25	1	300	2	-	0	8	3	От -60 до +55	5	500	1	1	1	-	0	-	0	-	0	13
Никель-цинковый аккумулятор	1,78	1	60	1	-	0	-	0	От -30 до +40	4	370	1	1,5	1	-	0	-	0	2	2	10
Свинцово-кислотный аккумулятор	2	2	60	1	-	0	-	0	от -40 до +40	4	-	0	-	0	5	1	-	0	-	0	8
Свинцово-водородный аккумулятор	-	0	77	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	1
Серебряно-цинковый аккумулятор	1,85	1	150	1	-	0	10	2	От -40 до +50	5	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	9
Серебряно-кадмиевый аккумулятор	1,6	1	90	1	-	0	-	0	От -30 до +50	5	6000	2	-	0	-	0	-	0	-	0	9
Цинк-бромный аккумулятор	1,82	1	145	1	-	0	-	0	-	0	2000	2	-	0	-	0	-	0	-	0	4
Воздушно-цинковый элемент	1,45	1	450	4	-	0	-	0	От -20 до +35	4	-	0	600	5	-	0	-	0	-	0	14
Цинк-хлорный аккумулятор	2,2	2	250	1	-	0	-	0	От -20 до +30	4	1000	2	-	0	-	0	-	0	-	0	9

Компания Лиотех производит линейку современных литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) номинальной ёмкости 200 А*ч, 240 А*ч, 300 А*ч, 380 А*ч, 700 А*ч и 770 А*ч.



LT-LYP 200, LT-LYP 240



LT-LYP 300, LT-LYP 380



LT-LYP 700, LT-LYP 770

Электротранспорт с использованием аккумуляторов компании ЛиоТех



Трамвайный вагон с увеличенным автономным ходом



Маневровый локомотив ТЭМ9Н



Электромобиль ГАЗ-3302 "Газель"



Троллейбус с увеличенным автономным ходом



Электробус особо малого класса



Электробус большого класса ЛИАЗ-6274

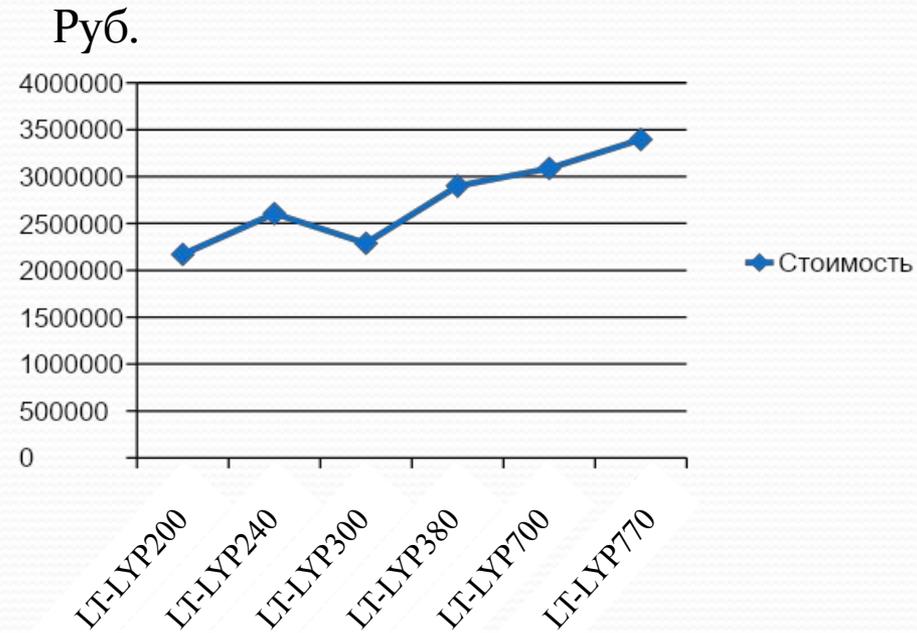
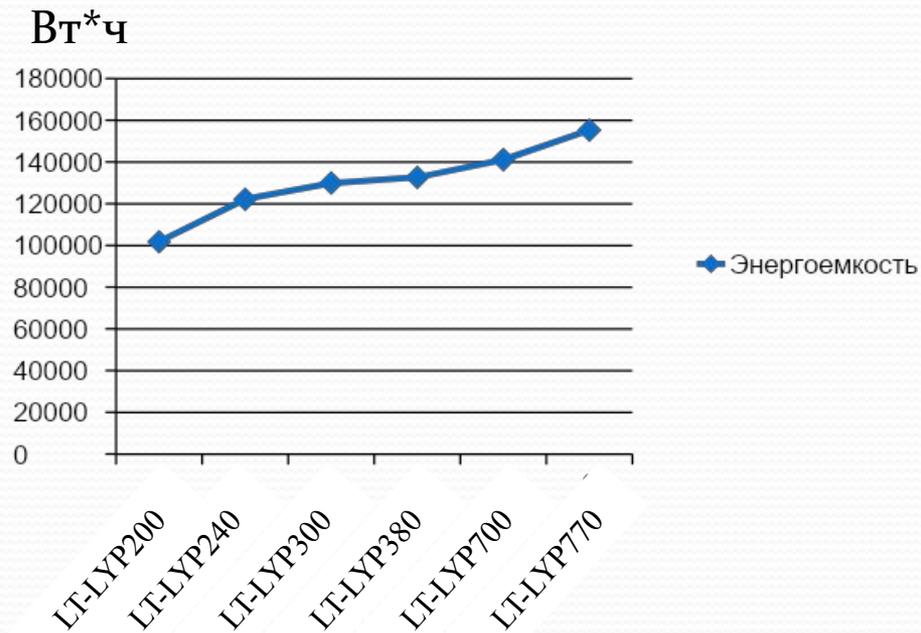
МАССО-ГАБАРИТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЛИА

Тип ЛИА	Номинальное напряжение , В	Номинальная емкость , Ah	Удельная энергоемкость , Вт*ч/кг	Габариты , мм			Масса , кг, не более	Цена (с учетом НДС 18%), руб.
				Длина	Ширина	Высота		
LT-LYP2 00	3,2	200	66	163	117	337	9,95	14 000
LT-LYP2 40	3,2	240	79,2	163	117	337	9,95	16 800
LT-LYP3 00	3,2	300	80,5	167	163	337	14,8	21 000
LT-LYP3 80	3,2	380	82,2	167	163	337	14,8	26 600
LT-LYP7 00	3,2	700	84,5	289	163	337	26,5	49 000
LT-LYP7 70	3,2	770	93	289	163	337	26,5	53 900

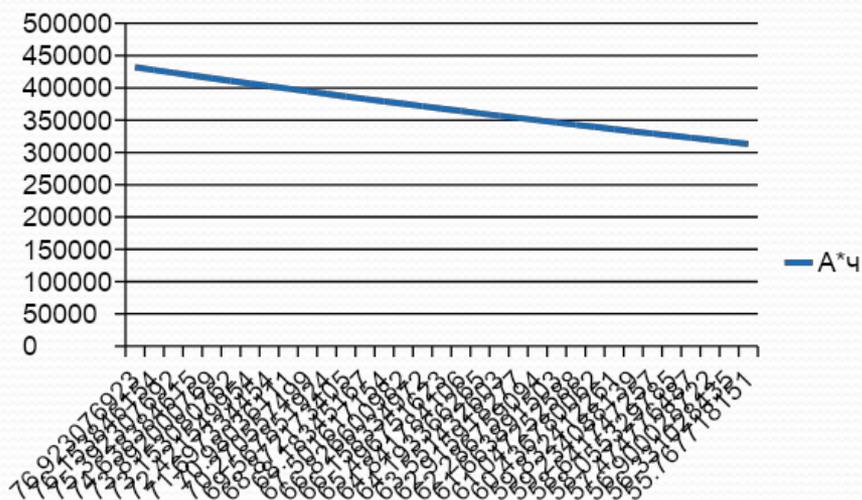
Таблица расчета количества аккумуляторов в одном кубическом метре

№	Модель	Объем аккумулятора, см ³	Количество аккумуляторов в 1м ³ , шт	Масса аккумулятора в 1м ³ , кг	Энергоемкость 1 м ³ аккумуляторов, Вт*ч	Стоимость 1м ³ аккумуляторов, руб.
1	LT-LYP 200	6 426,92	155	1548	101 788,5	2 170 000
2	LT-LYP 240	6 426,92	155	1548	122 146,2	2 604 000
3	LT-LYP 300	9 173,4	109	1613,36	129 862,6	2 289 000
4	LT-LYP 380	9 173,4	109	1 613,36	132 605	2 899 400
5	LT-LYP 700	15 875	63	1669,29	141 072,75	3 087 000
6	LT-LYP 770	15 875	63	1669,29	155 263,5	3 395 700

Графики энергоёмкости и стоимости одного кубического метра аккумуляторных батарей.



Графики саморазрядки аккумуляторов при потере емкости 1% в час.



Для ТЭ10М

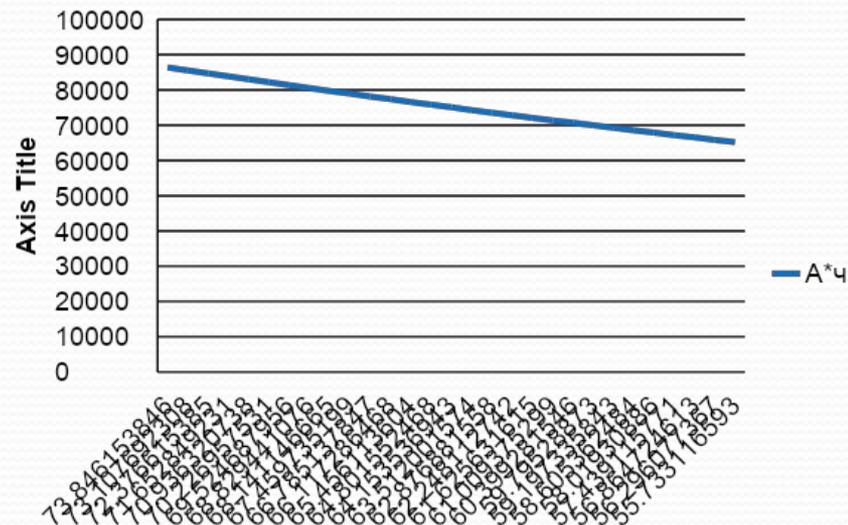
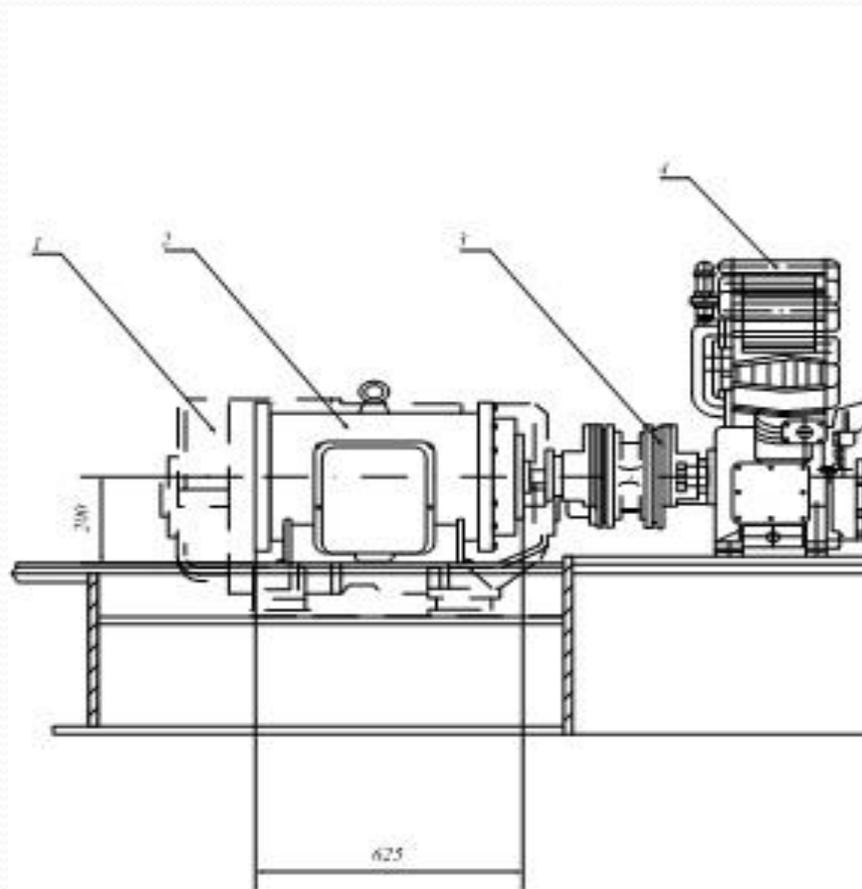


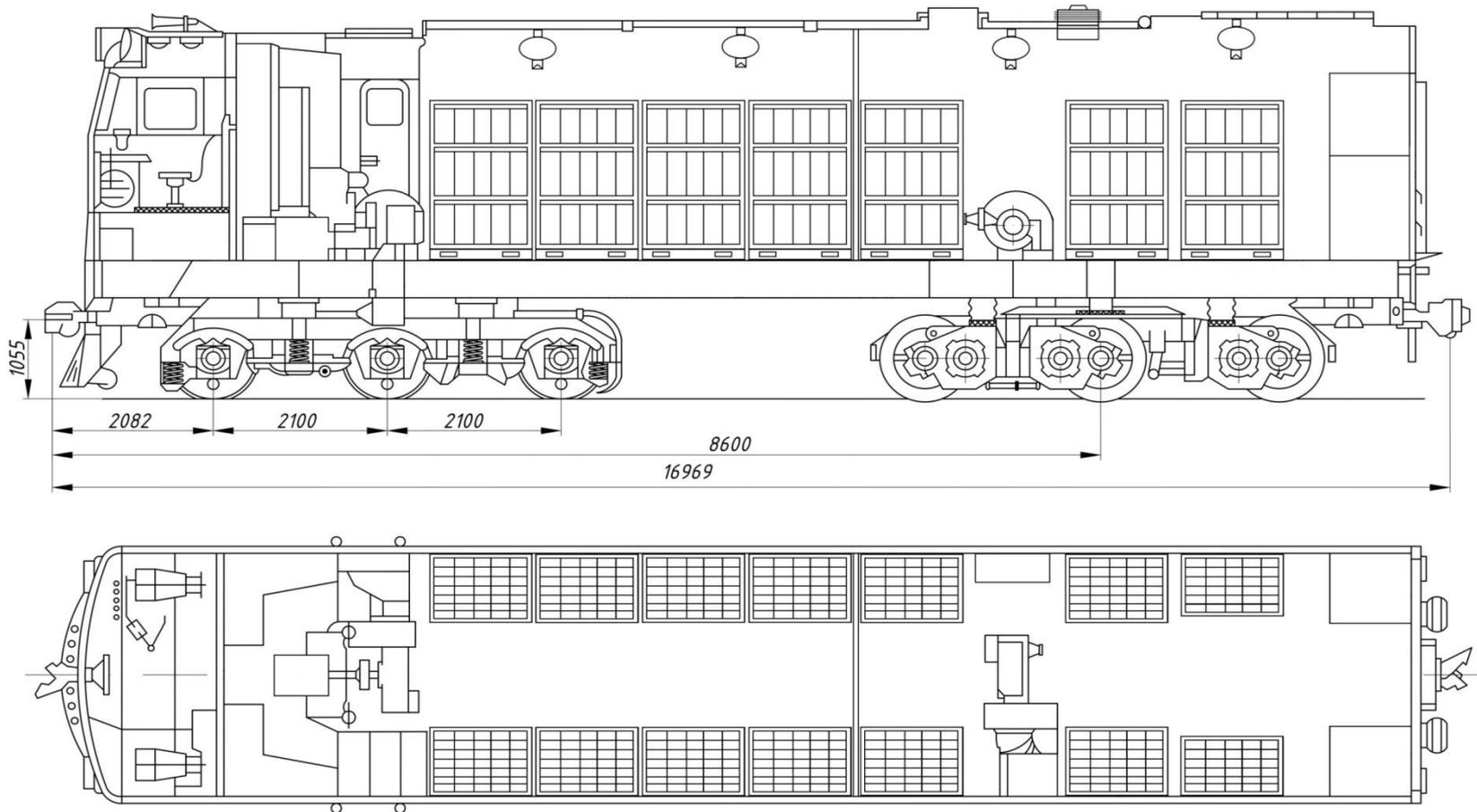
Схема расположения оборудования после модернизации привода компрессора.



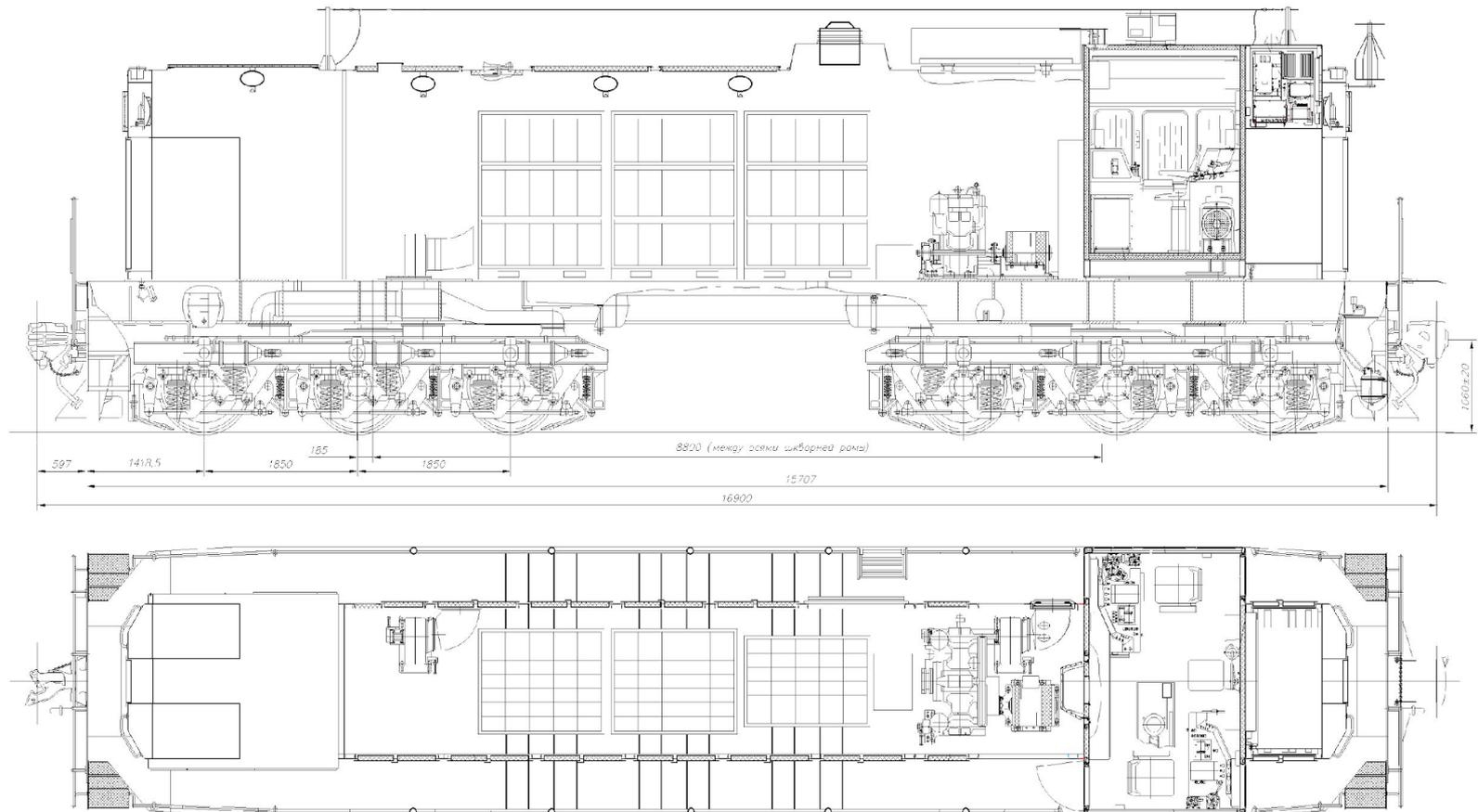
Преобразователь напряжения «ЭРАТОН-ФР».



Общий вид тепловоза ТЭ10М после модернизации



Общий вид тепловоза ТЭМ2 после модернизации



Затраты на приобретение оборудования для модернизации локомотивов ТЭ10М и ТЭМ2

Наименование оборудования	Для ТЭ10М		Для ТЭМ2	
	Количество, шт.	Стоимость, руб.	Количество, шт.	Стоимость, руб.
Литиевые аккумуляторы LT-LYP 300	2880	60 480 000	576	12 096 000
Стеллажи для аккумуляторов	28	406 000	6	87 000
Медные болты M12x40 DIN933	11560	543 320	2304	108 288
Медная шина 14x50 мм.	504	1 700 637	108	364 392
транзисторный преобразователь частоты «ЭРАТОН-ФР»	1	1 000 000	1	1 000 000
Базальтовая вага Greenguard Универсал	54	21 222	49	19 257
Вентилятор крышный СТВ/4-500/200	1	28 383	1	28 383
МПП Буран	4	21 467	4	21 467
Огнетушитель порошковый ОПС-10 класс D	2	23 800	2	23 800
Самоспасатель Феникс-2,	2	3520	2	3520
АЭК200М4У2	1	42000	1	42000
HYUNDAI N700E-300HF	1	128000	1	128000
ВУ-3,5/10	1	180000	1	180000
Муфта пластинчатая	1	19000	1	19000
Тепловые реле	2	912	2	912
Реле времени	1	4200	1	4200
Реле давления	1	5300	1	5300
Прочее оборудование	–	20000	–	20000

Капитальные вложения на внедрение нового оборудования для тепловозов ТЭ10М и ТЭМ2

Оборудование	Наименование вложений						Итого, руб.	Всего, руб.
	Затраты на приобретение нового оборудования, $K_{об}$, руб.	Затраты на монтаж оборудования, $K_{мр}$, руб.	Транспортные расходы, $K_{тр}$, руб.	Прочие работы и затраты, $K_{пр}$, руб.	Непредвиденные расходы, $K_{нп}$, руб.	Итого, руб.		
Литиевые аккумуляторы LT-LYP 300	60 480 000	6 048 000	362 880	320 544	201 942	67 413 366	72 036 722,18	
Стеллажи для аккумуляторов	406 000	40 600	2436	2152	1356	452 544		
Медные болты M12x40 DIN933	543 320	54 332	3259	2879	1814	605 604		
Медная шина 14x50 мм.	1 700 637	170 063	10 203	9013	5678	1 895 594		
транзисторный преобразователь частоты «ЭРАТОН-ФР»	1 000 000	100 000	6000	5300	3339	1 114 639		
Базальтовая вата Greenguard Универсал	21 222	2122	127	112	71	23 654		
Вентилятор крышный СТВ/4-500/200	28 383	2838	170	150	95	31 636		
МПП Буран	21 467	2146	129	114	72	23 928		
Огнетушитель порошковый ОПС-10 класс D	23 800	2380	143	126	80	26 529		
Самоспасатель Феникс-2.	3520	352	22	19	12	3925		
АЭК200М4У2	42 000	4200	252	222	140	46 814		
HYUNDAI N700E-300HF	128 000	12 800	768	678	427	142 673		
ВУ-3,5/10	180 000	18 000	1080	954	601	200 635		
Муфта пластинчатая	19 000	1900	114	100,7	63	21 177,7		

Для тепловоза ТЭ10М

при маневровой работе

$$T_{ман} = \frac{(72\,036\,722,18 - 3\,000\,000)}{(3\,560\,467,8 - 242\,016,76)} = 20,8 \text{ года}$$

при хозяйственной работе

$$T_{хоз} = \frac{(72\,036\,722,18 - 3\,000\,000)}{(4\,880\,034,6 - 242\,016,76)} = 14,8 \text{ года}$$

Оборудование	Наименование вложений						Итого, руб.	Всего, руб.
	Затраты на приобретение нового оборудования, $K_{об}$, руб.	Затраты на монтаж оборудования, $K_{мр}$, руб.	Транспортные расходы, $K_{тр}$, руб.	Прочие работы и затраты, $K_{пр}$, руб.	Непредвиденные расходы, $K_{нп}$, руб.	Итого, руб.		
Литиевые аккумуляторы LT-LYP 300	12 096 000	1 209 600	72 576	64 109	40 389	13 482 674	15 773 937,18	
Стеллажи для аккумуляторов	87 000	8700	522	461	290	96 973		
Медные болты M12x40 DIN933	108 288	10 828	650	574	362	120 702		
Медная шина 14x50 мм.	364 392	36 439	2186	1931	1217	406 165		
транзисторный преобразователь частоты «ЭРАТОН-ФР»	1 000 000	100 000	6000	5300	3339	1 114 639		
Базальтовая вата Greenguard Универсал	19 257	1925	115	102	64	21 463		
Вентилятор крышный СТВ/4-500/200	28 383	2838	170	150	95	31 636		
МПП Буран	21 467	2146	129	114	72	23 928		
Огнетушитель порошковый ОПС-10 класс D	23 800	2380	143	126	80	26 529		
Самоспасатель Феникс-2.	3520	352	22	19	12	3925		
АЭК200М4У2	42 000	4200	252	222	140	46 814		
HYUNDAI N700E-300HF	128 000	12 800	768	678	427	142 673		
ВУ-3,5/10	180 000	18 000	1080	954	601	200 635		
Муфта пластинчатая	19 000	1900	114	100,7	63	21 177,7		
Тепловые реле	912	182,4	10,92	9,6	6	1120,92		
Реле времени	4200	420	25,2	22,26	14	4681,46		
Реле давления	5300	530	31,8	28,9	17,7	5908,4		
Прочее оборудование	70 000	7000	170	106	66,7	77 937,7		

Для тепловоза ТЭМ2

при маневровой работе

$$T_{ман} = \frac{(15\,773\,937,18 - 3\,000\,000)}{(3\,560\,467,8 - 48\,403,35)} = 3,6 \text{ года}$$

при хозяйственной работе

$$T_{хоз} = \frac{(15\,773\,937,18 - 3\,000\,000)}{(4\,880\,034,6 - 48\,403,35)} = 2,6 \text{ года}$$

Система пожаротушения МПП БУРАН



Огнетушители класса Д



Самоспасатель Феникс-2



Количество выбросов загрязняющих веществ в помещении ремонтного цеха за год при маневровой и хозяйственной работе

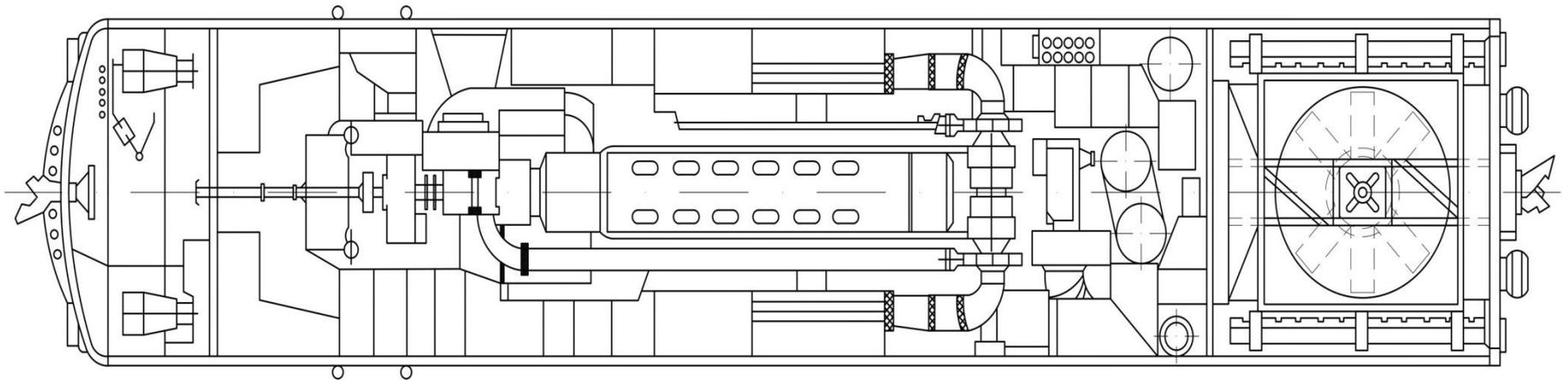
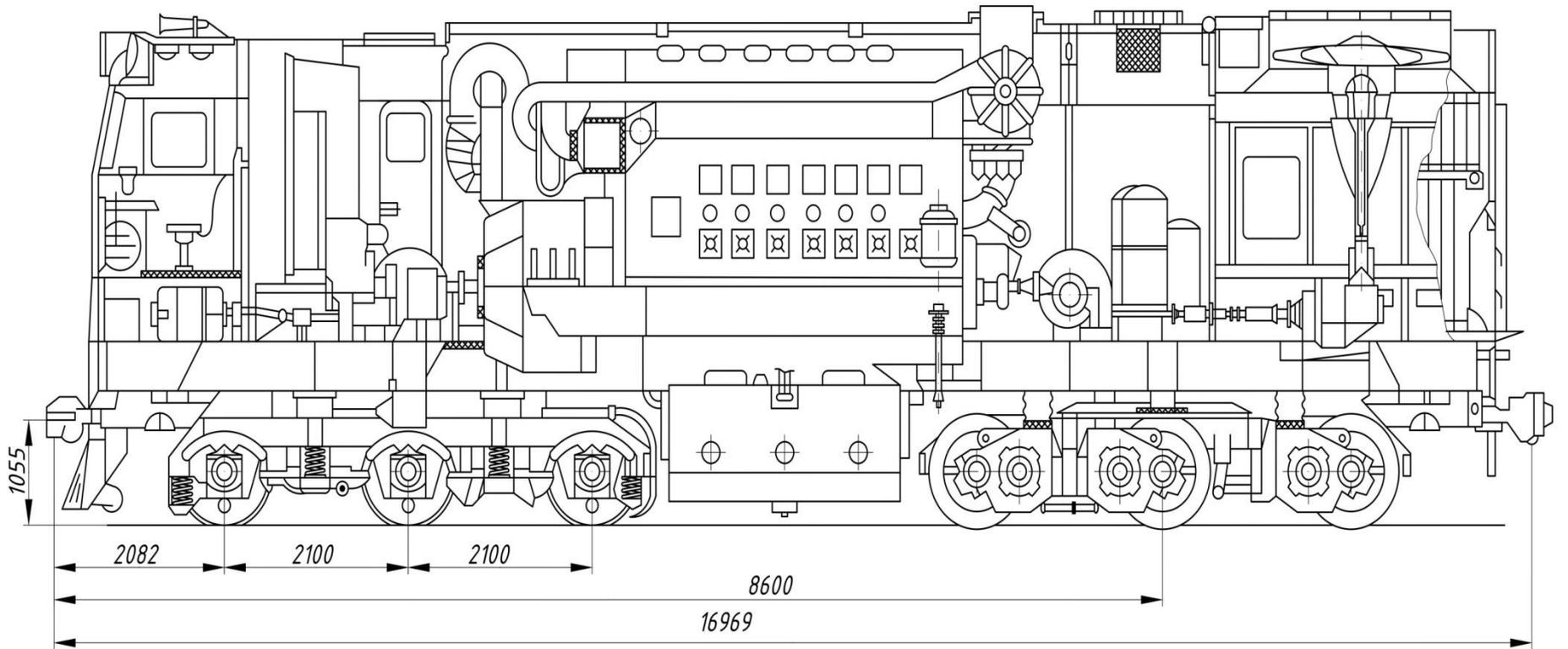
Вид работы	Группа вредности	Виды ремонта	СО , кг	NO _x , кг	СН , кг	С , кг	SO ₂ , кг	СН ₂ O ,кг г
Маневровая	Б	ТО-2 , ТО-3 , ТР-1, ТР-2	3 778,8	4 626,2	1 832,1	304,8	627,5	72,82
		ТО-4	5,9	7,27	2,8	0,48	0,98	0,11
Хозяйственная	Б	ТО-2 , ТО-3 , ТР-1, ТР-2	5 153	6 275,1	2 473,4	412,2	844,1	98,9
		ТО-4	8	9,8	3,9	0,64	1,32	0,15

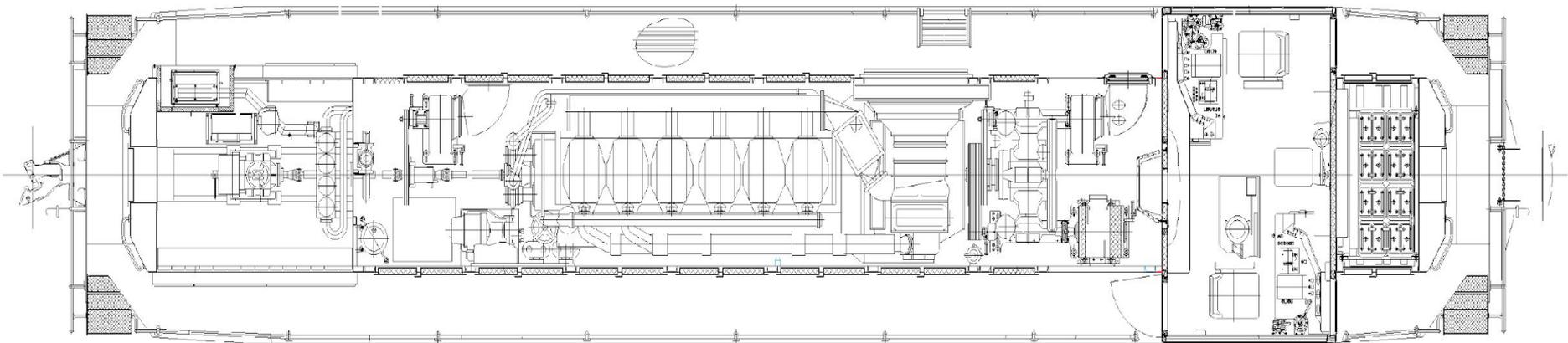
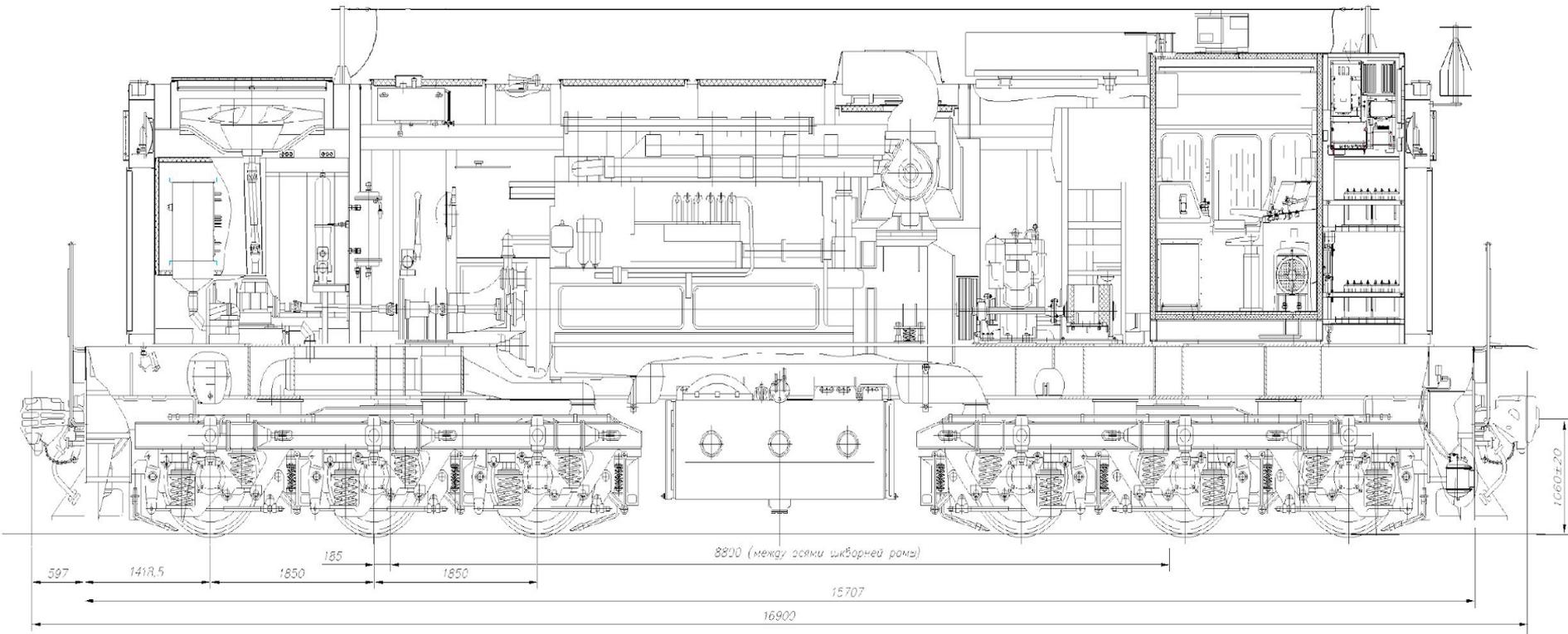


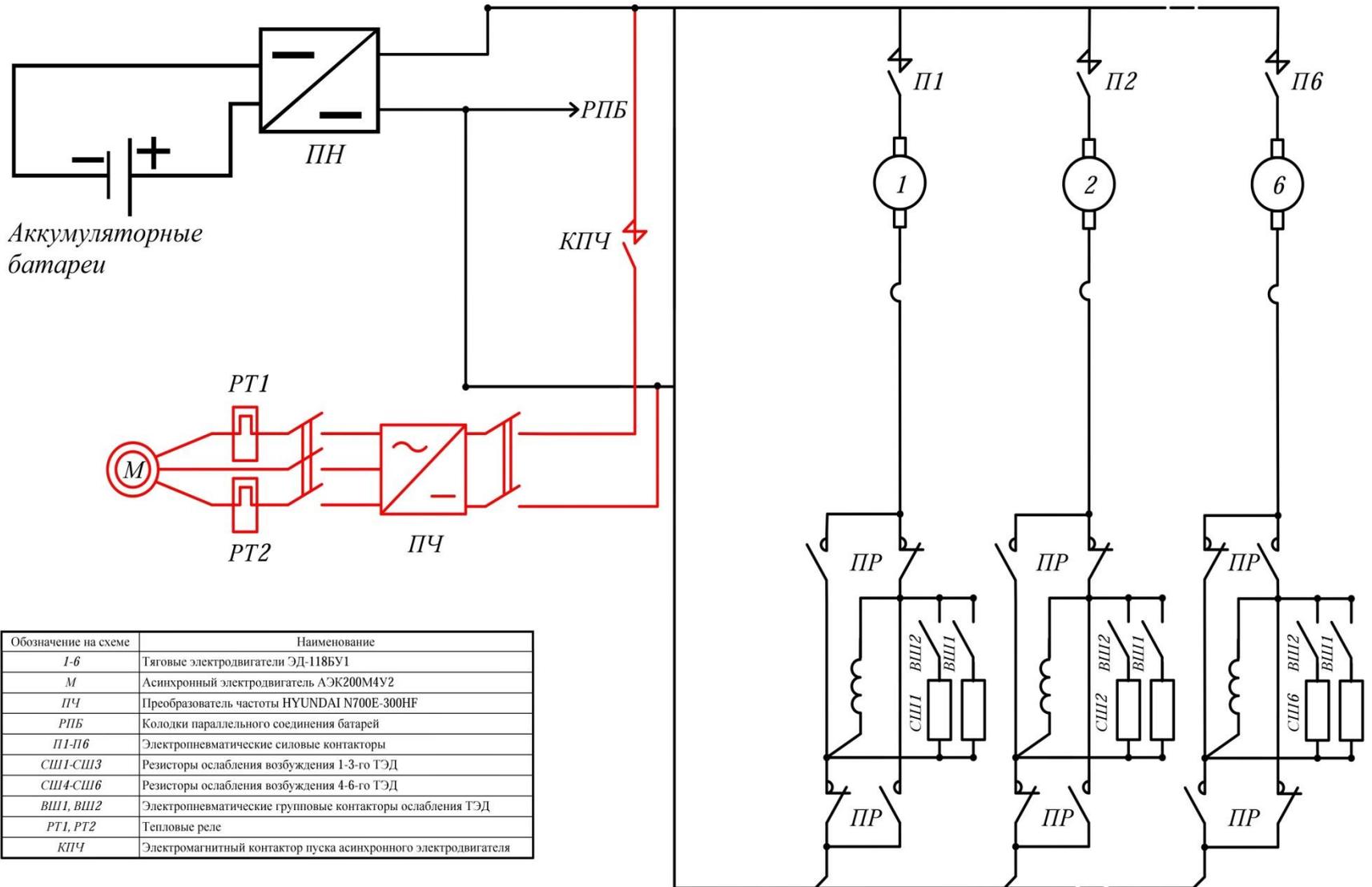
Спасибо за
внимание.

Наименование	Напряжение, В	Оценка в у.е.	Энергоемкость в, Вт*ч/кг	Оценка в у.е.	Внутреннее сопротивление ε, мОм/Ач	Оценка в у.е.	Саморазряд % в месяц	Оценка в у.е.	Рабочая температура, °С	Оценка в у.е.	Число циклов заряд/разряд	Оценка в у.е.	Емкость, Ач	Оценка в у.е.	Срок хранения, лет	Оценка в у.е.	Вес элемента, г.	Оценка в у.е.	Скорость заряда, ч.	Оценка в у.е.	Сумма у.е.
Лантан-фторидный аккумулятор	2,3-2,7	2	750	5	-	0	-	0	до 400-500	5	-	0	-	0	-	0	-	0	0	12	
Литий-ионный аккумулятор	3,5-3,7	3	243	2	15	5	3	4	от -20 до +60	5	500-1000	1	1	1	-	0	-	0	-	0	21
Литий-кобальтовый аккумулятор	3,7	3	240	2	-	0	-	0	До 150	5	500-1000	1	2,4	2	3	1	-	0	3	3	17
Литий-полимерный аккумулятор	3,7	3	-	0	1	1	1	5	-20 до +50	5	400-500	1	-	0	-	0	-	0	2	2	17
Литий-фторный аккумулятор	6,07	5	627	5	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	10
литий-марганцевый аккумулятор	4,2	4	-	0	-	0	-	0	От -10	4	500	1	4,2	2	-	0	-	0	-	0	11
Литий-железо-сульфидный аккумулятор	1,35	1	560	4	-	0	3	4	От -30 До +45	5	2000	2	2,3	2	-	0	-	0	0,25	4	22
Литий-железо-фосфатный аккумулятор	3,3	3	140	1	-	0	3-5	4	От -30 до +55	5	2000-7000	2	-	0	15	3	-	0	-	0	18
Литий-титанатный аккумулятор	2,4	2	100	1	-	0	2-5	4	От -40	4	6000	2	2,9	2	10	2	-	0	0,16	5	22
Литий-хлорный аккумулятор	3,99	4	252	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	5
Литий-серный аккумулятор	2,1	2	300	2	-	0	-	0	До +60	4	60	1	-	0	-	0	-	0	-	0	9
Литий-металл-полимерный аккумулятор	3,6	3	-	0	-	0	1	5	От -40 до +100	5	600	1	1	1	-	0	-	0	-	0	15
Железо-воздушный аккумулятор	-	0	135	1	-	0	-	0	От -15 до +30	3	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	4
Никель-солевой аккумулятор	2,56	2	140	1	-	0	-	0	От -40 до +60	5	от 3000 до 9000	3	40	3	25	4	-	0	-	0	18
Серно-натриевый аккумулятор	2,1	2	350	3	-	0	-	0	До +300	4	1500	1	-	0	-	0	-	0	-	0	10
Никель-кадмиевый аккумулятор	1,37	1	65	1	-	0	10	1	От -50 до +40	5	900	1	-	0	25	4	-	0	-	0	14
Железо-никелевый аккумулятор	1,2	1	50	1	-	0	30	1	от -40 до +46	5	-	0	-	0	40	5	-	0	-	0	13
Никель-водородный аккумулятор	1,55	1	75	1	-	0	-	0	от -20 до +40	4	20000	4	100	4	15	3	-	0	-	0	17
Никель-металл-гидридный аккумулятор	1,25	1	300	2	-	0	8	3	От -60 до +55	5	500	1	1	1	-	0	-	0	-	0	13
Никель-цинковый аккумулятор	1,78	1	60	1	-	0	-	0	От -30 до +40	4	370	1	1,5	1	-	0	-	0	2	2	10
Свинцово-кислотный аккумулятор	2	2	60	1	-	0	-	0	от -40 до +40	4	-	0	-	0	5	1	-	0	-	0	8
Свинцово-водородный аккумулятор	-	0	77	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	1
Серебряно-цинковый аккумулятор	1,85	1	150	1	-	0	10	2	От -40 до +50	5	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	9
Серебряно-кадмиевый аккумулятор	1,6	1	90	1	-	0	-	0	От -30 до +50	5	6000	2	-	0	-	0	-	0	-	0	9
Цинк-бромный аккумулятор	1,82	1	145	1	-	0	-	0	-	0	2000	2	-	0	-	0	-	0	-	0	4
Воздушно-цинковый элемент	1,45	1	450	4	-	0	-	0	От -20 до +35	4	-	0	600	5	-	0	-	0	-	0	14
Цинк-хлорный аккумулятор	2,2	2	250	1	-	0	-	0	От -20 до +30	4	1000	2	-	0	-	0	-	0	-	0	9
Алюминиево-графитный аккумулятор	2	2	265	1	-	0	-	0	-	0	7500	2	-	0	-	0	-	0	-	0	5
Алюминиево-ионный аккумулятор	2	2	-	0	-	0	-	0	-	0	7500	2	-	0	-	0	-	0	-	0	4
Ионистор	5,5	5	6	1	-	0	-	0	От -25 до +70	5	100000	5	-	0	4,5	1	-	0	-	0	17

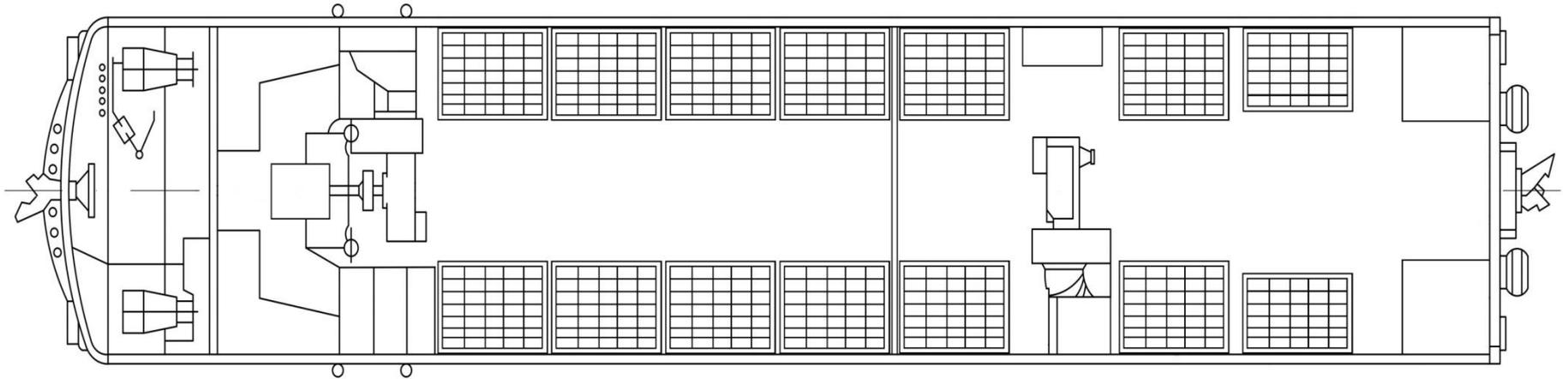
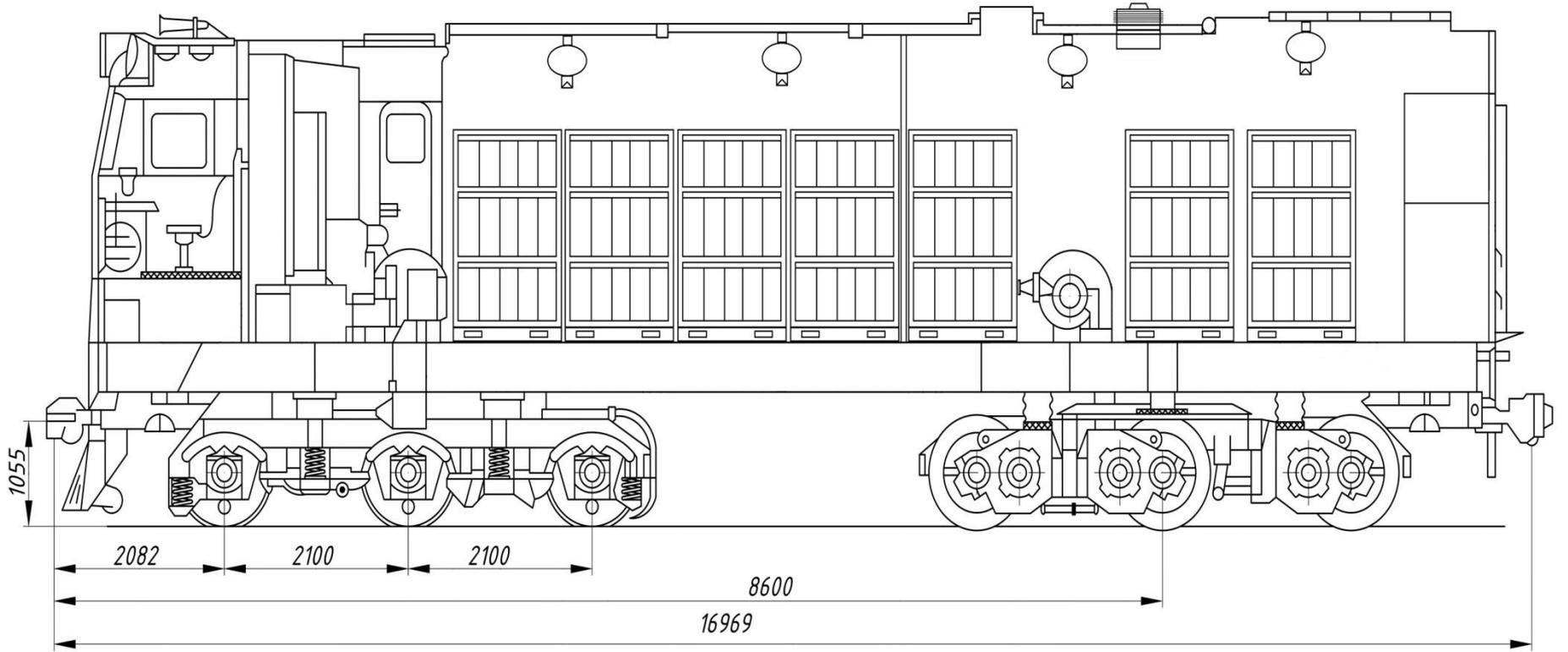
Агрегаты	ТЭ10М		ТЭМ2	
	до	после	до	после
Дизель-генераторная установка	В наличии	Заменен на блоки аккумуляторных батарей	В наличии	Заменен на блоки аккумуляторных батарей
Двухмашинный агрегат	В наличии	убран	В наличии	убран
Топливный бак	В наличии	убран	В наличии	убран
Водяной бак	В наличии	убран	В наличии	убран
Масляный бак	В наличии	убран	В наличии	убран
Теплообменники	В наличии	убраны	В наличии	убран
Воздушные фильтры	В наличии	убраны	В наличии	убран
Привод вентилятора холодильной камеры	В наличии	убран	В наличии	убран
Секции холодильника	В наличии	убраны	В наличии	убран
Маслоподкачивающий насос	В наличии	убран	В наличии	убран
Топливный насос	В наличии	убран	В наличии	убран
Привод воздушного компрессора	В наличии	Заменен на электродвигатель	В наличии	Заменен на электродвигатель
Система пожаротушения	В наличии	Заменена на порошковую класса D	В наличии	Заменена на порошковую класса D
Аккумуляторные батареи	В наличии	Заменены на литий-ионные АКБ	В наличии	Заменены на литий-ионные АКБ
Вентиляционная система	В наличии	Заменена на другую	В наличии	Заменена на другую

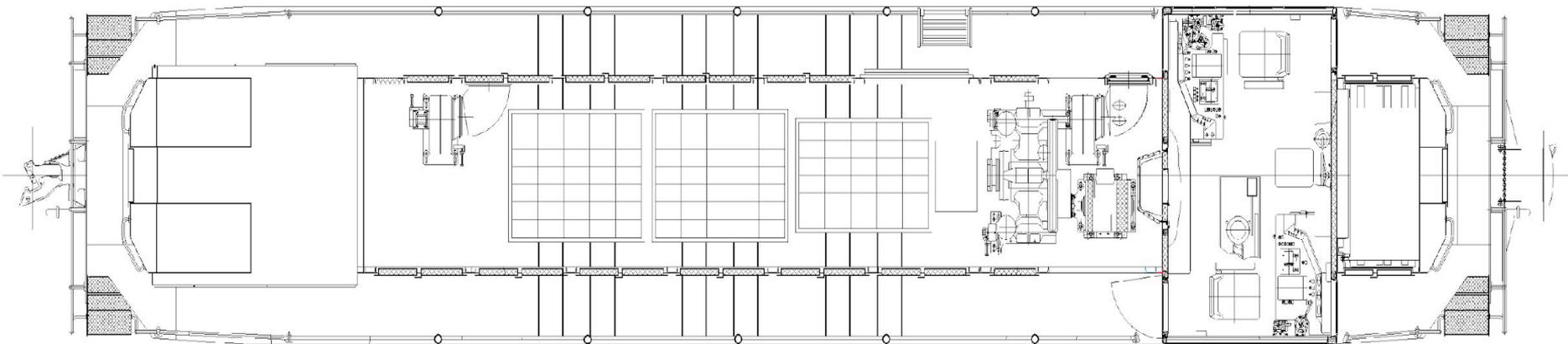
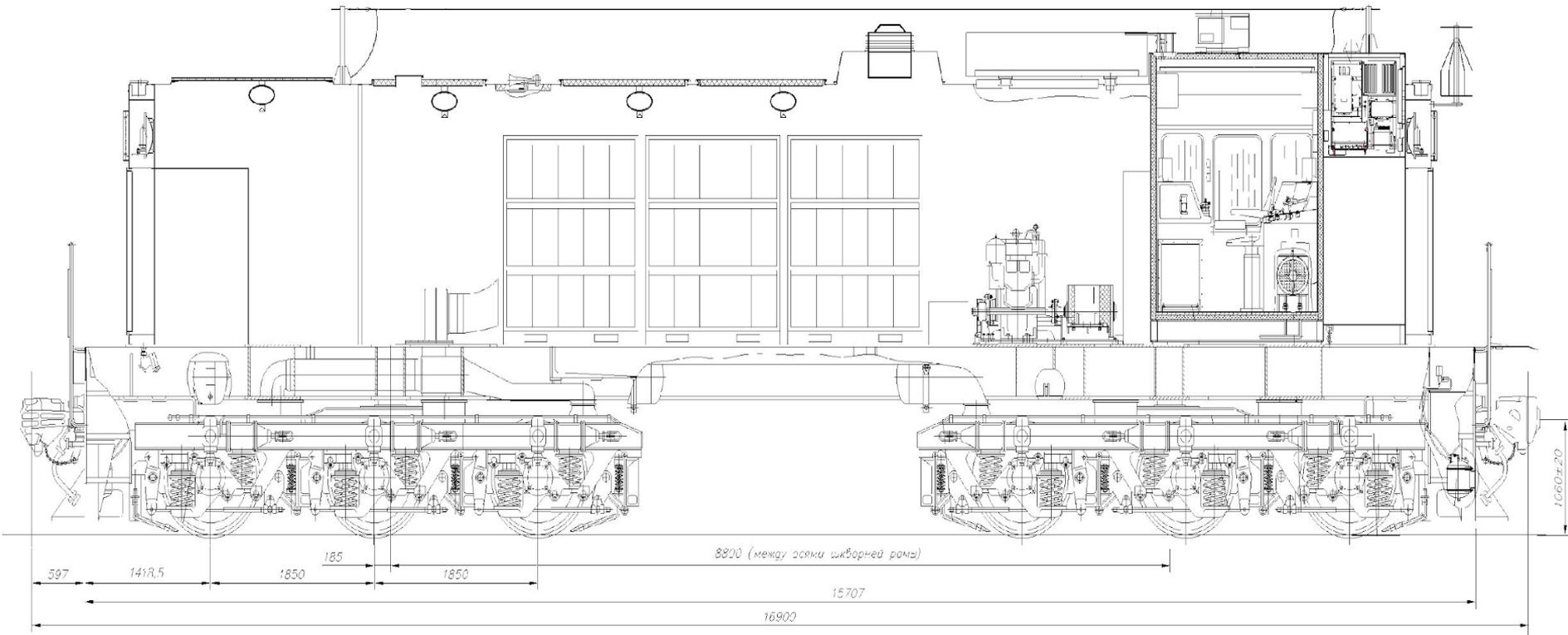






Обозначение на схеме	Наименование
1-6	Тяговые электродвигатели ЭД-118БУ1
М	Асинхронный электродвигатель АЭК200М4У2
ПЧ	Преобразователь частоты HYUNDAI N700E-300HF
РПБ	Колодки параллельного соединения батарей
П1-П6	Электропневматические силовые контакторы
СШ1-СШ3	Резисторы ослабления возбуждения 1-3-го ТЭД
СШ4-СШ6	Резисторы ослабления возбуждения 4-6-го ТЭД
ВШ1, ВШ2	Электропневматические групповые контакторы ослабления ТЭД
РТ1, РТ2	Тепловые реле
КПЧ	Электромагнитный контактор пуска асинхронного электродвигателя





Оборудование	Наименование вложений						Итого, руб.	Всего, руб.
	Затраты на приобретение нового оборудования, $K_{об.}$, руб.	Затраты на монтаж оборудования, $K_{мр.}$, руб.	Транспортные расходы, $K_{тр.}$, руб.	Прочие работы и затраты, $K_{пр.}$, руб.	Непредвиденные расходы, $K_{нп.}$, руб.	Итого, руб.		
Литиевые аккумуляторы LT-LYP 300	60 480 000	6 048 000	362 880	320 544	201 942	67 413 366	72 036 722,18	
Стеллажи для аккумуляторов	406 000	40 600	2436	2152	1356	452 544		
Медные болты M12x40 DIN933	543 320	54 332	3259	2879	1814	605 604		
Медная шина 14x50 мм.	1 700 637	170 063	10 203	9013	5678	1 895 594		
транзисторный преобразователь частоты «ЭРАТОН-ФР»	1 000 000	100 000	6000	5300	3339	1 114 639		
Базальтовая вата Greenguard Универсал	21 222	2122	127	112	71	23 654		
Вентилятор крышный СТВ/4-500/200	28 383	2838	170	150	95	31 636		
МПП Буран	21 467	2146	129	114	72	23 928		
Огнетушитель порошковый ОПС-10 класс D	23 800	2380	143	126	80	26 529		
Самоспасатель Феникс-2,	3520	352	22	19	12	3925		
АЭК200М4У2	42 000	4200	252	222	140	46 814		
HYUNDAI N700E-300HF	128 000	12 800	768	678	427	142 673		
ВУ-3,5/10	180 000	18 000	1080	954	601	200 635		
Муфта пластинчатая	19 000	1900	114	100,7	63	21 177,7		
Тепловые реле	912	182,4	10,92	9,6	6	1120,92		
Реле времени	4200	420	25,2	22,26	14	4681,46		
Реле давления	5300	530	31,8	28,9	17,7	5908,4		
Прочее оборудование	20 000	2000	120	106	66,7	22 292,7		

Для тепловоза ТЭ10М

при маневровой работе

$$T_{ман} = \frac{(72\,036\,722,18 - 3\,000\,000)}{(3\,560\,467,8 - 242\,016,76)} = 20,8 \text{ года}$$

при хозяйственной работе

$$T_{хоз} = \frac{(72\,036\,722,18 - 3\,000\,000)}{(4\,880\,034,6 - 242\,016,76)} = 14,8 \text{ года}$$

Оборудование	Наименование вложений						Итого, руб.	Всего, руб.
	Затраты на приобретение нового оборудования, $K_{об.}$, руб.	Затраты на монтаж оборудования, $K_{мр.}$, руб.	Транспортные расходы, $K_{тр.}$, руб.	Прочие работы и затраты, $K_{пр.}$, руб.	Непредвиденные расходы, $K_{нп.}$, руб.	Итого, руб.		
Литиевые аккумуляторы LT-LYP 300	12 096 000	1 209 600	72 576	64 109	40 389	13 482 674	15 773 937,18	
Стеллажи для аккумуляторов	87 000	8700	522	461	290	96 973		
Медные болты M12x40 DIN933	108 288	10 828	650	574	362	120 702		
Медная шина 14x50 мм.	364 392	36 439	2186	1931	1217	406 165		
транзисторный преобразователь частоты «ЭРАТОН-ФР»	1 000 000	100 000	6000	5300	3339	1 114 639		
Базальтовая вата Greenguard Универсал	19 257	1925	115	102	64	21 463		
Вентилятор крышный СТВ/4-500/200	28 383	2838	170	150	95	31 636		
МПП Буран	21 467	2146	129	114	72	23 928		
Огнетушитель порошковый ОПС-10 класс D	23 800	2380	143	126	80	26 529		
Самоспасатель Феникс-2,	3520	352	22	19	12	3925		
АЭК200М4У2	42 000	4200	252	222	140	46 814		
HYUNDAI N700E-300HF	128 000	12 800	768	678	427	142 673		
ВУ-3,5/10	180 000	18 000	1080	954	601	200 635		
Муфта пластинчатая	19 000	1900	114	100,7	63	21 177,7		
Тепловые реле	912	182,4	10,92	9,6	6	1120,92		
Реле времени	4200	420	25,2	22,26	14	4681,46		
Реле давления	5300	530	31,8	28,9	17,7	5908,4		
Прочее оборудование	20 000	2000	120	106	66,7	22 292,7		

Для тепловоза ТЭМ2

при маневровой работе

$$T_{ман} = \frac{(15\,773\,937,18 - 3\,000\,000)}{(3\,560\,467,8 - 48\,403,35)} = 3,6 \text{ года}$$

при хозяйственной работе

$$T_{хоз} = \frac{(15\,773\,937,18 - 3\,000\,000)}{(4\,880\,034,6 - 48\,403,35)} = 2,6 \text{ года}$$