

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«УРАЛЬСКИЕ ЛОКОМОТИВЫ»

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ РАБОТЫ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА
2ЭС10**
(первичный алгоритм МПСУиД)
2ЭС10.00.000.000 А

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ООО «ЛСУ»

_____ В.И.Головин

«_____» _____ 2010г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель КИ Центра
ОАО «СТМ»

_____ В.В.Брексон

«_____» _____ 2010г.

Главный конструктор систем
управления ООО «ЛСУ»

_____ В.Н.Меньшиков

«_____» _____ 2010г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие данные и порядок присвоения номера версии	3
2	Термины и сокращения	4
3	Входные аналоговые сигналы	5
4	Органы управления (входные сигналы)	5
5	Команда «Включение выключателя управления»	8
6	Тестовый режим	10
7	Токоприемники, разъединители и заземлители	10
8	Быстродействующий выключатель	15
9	Подключение тяговых преобразователей и вспомогательных трансформаторов (блок питания собственных нужд)	17
10	Включение потребителей блока вспомогательных трансформаторов	19
11	Режим «Тяга - Тормоз»	28
12	Прочие команды	37

1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ И ПОРЯДОК ПРИСВОЕНИЯ НОМЕРА ВЕРСИИ

Функциональное описание работы электрической схемы управления электровоза 2ЭС10 является исходным материалом для создания программного алгоритма МПСУиД.

Возможные изменения и дополнения в функциональное описание должны отражаться в присвоенном номере версии. Номера версий, начинающиеся на 0 (например - 0,1) присваиваются на этапе до завершения написания первой версии программного обеспечения. После установки на электровоз программного обеспечения присваиваются номера версий начинающиеся на 1,2....9 и т.д. Внесение изменений в функциональное описание и программное обеспечение должно осуществляться в соответствии с Регламентом взаимодействия при внесении изменений в программное обеспечение систем управления локомотивами.

2. ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ

СОКРАЩЕНИЕ	ПОЛНОЕ НАИМЕНОВАНИЕ
МПСУ _{иД}	Микропроцессорная система управления и диагностики.
АБ	Аккумуляторная батарея
ЦУ	Цепи управления
БВТ	Блок вспомогательных трансформаторов
ШВА	Шкаф высоковольтной аппаратуры
БВ	Быстродействующий выключатель
ВУ	Выключатель управления
СМЕ	Система многих единиц
БВС	Блок входных сигналов
БУП (ASG)	Блок управления преобразователем
АЗВ	Автоматический защитный выключатель
ТЦ	Тормозные цилиндры
МК	Мотор-компрессор
УО	Устройство охлаждения
ГР	Главные резервуары
МВ ТЭД	Мотор-вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей
МВ ТР	Мотор-вентилятор охлаждения тормозного резистора

3. ВХОДНЫЕ АНАЛОГОВЫЕ СИГНАЛЫ

В таблице 1 представлен перечень входных аналоговых сигналов, используемых микропроцессорной системой управления и диагностики электровоза 2ЭС10.



Таблица 1 – Входные аналоговые сигналы




№п/п	Наименование параметра	номер канала	Максимальное значение параметра	Обозначение параметра	Датчик (обозначение по 2ЭС10.00.000.000 ЭЗ)
1.	Напряжение контактной сети	1	5040 В	U_{ks}	HBV1
2.	Ток сети	2	5001 А	I_s	HBA1
3.	Ток в цепи собственных нужд				
4.	Ток АБ				
5.	Напряжение АБ				
6.	Напряжение ЦУ				
7.	Ток ЦУ				
8.	Температура в блоке ТР.				

4.ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ (ВХОДНЫЕ СИГНАЛЫ)

Наименования входных сигналов и обеспечивающие их органы управления указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Органы управления

№п/п	Органы управления или другие источники входных сигналов МПСУ	Наименование для обозначения сигнала	Наименование органа управления в схеме	Функция органа управления
1.	Выключатель цепей управления	Make_On_VU Make_Off_VU		Включение - выключение цепей управления и тормозного оборудования
2.	Переключатели «Токоприемники 1 и 3» и «Токоприемники 2 и 4» в Положении 1 – «заземлено» 	TKP 13_ZAZ TKP24_ZAZ	SA23, SA24	Включены заземлители, выключены все разъединители, опущены все токоприемники
3.	Переключатель «Токоприемники 1и 3» положение 2 – «разъединитель» 	TKP 13_RZ	SA23	Выключены все заземлители, включены разъединители токоприемников 1 и 3. Все токоприемники опущены.
4.	Переключатель «Токоприемники 1 и 3» положение 3 –	TKP 13_ON	SA23	Выключены все заземлители, включены разъединители

№п/п	Органы управления или другие источники входных сигналов МПСУ	Наименование для обозначения сигнала	Наименование органа управления в схеме	Функция органа управления
	«Токоприемники 1 и 3» 			токоприемников 1 и 3, получили питание клапана токоприемников 1 и 3.
5.	Переключатель «Токоприемники 2 и 4» положение 2 – «разъединитель» 	TKP 24_RZ	SA24	Выключены все заземлители, включены разъединители токоприемников 2 и 4. Все токоприемники опущены.
6.	Переключатель «Токоприемники 2 и 4» положение 3 – «Токоприемники 2 и 4» 	TKP 24_ON	SA24	Выключены все заземлители, включены разъединители токоприемников 2 и 4, получили питание клапана токоприемников 2 и 4.
7.	Переключатель «Быстродействующий выключатель»	Control_BV	SA26	Включение быстродействующего выключателя
8.	Переключатель «Компрессоры»	MK	SA28	Включение компрессоров при условии «готовности МК»
9.	Кнопка «Компрессор принудительно»	MK	SB8	Включение компрессоров без учета сигнала от ДД.
10.	Кнопка «Вспомогательный компрессор»	VspMK	SB1	Включение вспомогательных компрессоров
11.	Переключатель «Вентиляторы ТЭД»	MV	SA27	Включение вентиляторов охлаждения тяговых электродвигателей
12.	Переключатель «Направление движения»	XVP XNZ	SA22	Выбор направления движения
13.	Рукоятка «Тяга – Тормоз» положение «0»	TT_0	SA19	Заданное усилие тяги или тормоза – 0. При возвращении из других позиций снижение заданного значения с определенной функцией по времени.
14.	Рукоятка «Тяга – Тормоз» положение «Тяга +» (аналоговый сигнал)	Tg_Plus	SA19	Плавное задание силы тяги от 0 до max в соответствии с тяговой характеристикой.
15.	Рукоятка «Тяга – Тормоз» положение «Тормоз +»	Torm_Plus	SA19	Плавное задание силы торможения от 0 до max в соответствии с тормозной характеристикой.
16.	Рукоятка «Скорость» положение «-10,-1,0,+1,+10»	Sk_Podg	SA20	Задание значения скорости от 0 до максимального км/ч
17.	Вспомогательный контроллер. Кнопки «Тяга +», «Тяга -», Свисток	Tg_Plus	SB18, SB19 SB20	Плавное задание силы тяги от 0 до max в соответствии с тяговой характеристикой
18.	Кнопка «Отпуск»	Otp Torm	SB11	Отпуск пневматических

№п/п	Органы управления или другие источники входных сигналов МПСУ	Наименование для обозначения сигнала	Наименование органа управления в схеме	Функция органа управления
	тормоза»			тормозов локомотива при торможении краном №130.
19.	Переключатель «Управление ТЭД» - положение «0».- Все ТЭД		SA11	Нормальный режим работы электровоза – включены все тяговые двигатели
20.	Переключатель «Управление ТЭД» - положение «1» - Откл. ТЭД	Avar S1	SA11	Отключается выбранный переключателями SA12, SA13 тяговый двигатель,
21.	Переключатель «Управление ТЭД» - положение «2» - Вкл. ТЭД	Avar S2	SA11	Включается только выбранный переключателями SA12, SA13 тяговый двигатель,
22.	Переключатель «Секция» Выбор секции»	OT1_TD1	SA12	Выбор секции (1-4)на которой необходимо отключить (вкл) тяговый двигатель.
23.	Переключатель «ТЭД » Выбор ТЭД	OT1_TD2	SA13	Выбор отключаемого (вкл) тягового двигателя (1-4) секции.
24.	Переключатель «Освещение ходовых частей»	Control_OsvX	SA30	Включено освещение ходовых частей.
25.	Переключатель «Обогрев кранов»	Control_Obogrev	SA31	Включен обогрев кранов
26.	Переключатель «Отключение ПБЗ»	Control-off_FZ	SA29	Выключение противобоксочной защиты в верхнем уровне.
27.	Кнопка «Песок принудительно»	Control_Pesok	SB9	Подача песка
28.	Кнопка «Продувка резервуаров»	Control_Prodov	SB12	Управление вентилями продувки главных резервуаров.
29.	Кнопка «Выбег»		SB10	Сброс режима тяги, электрического торможения
30.	Кнопка «Бустерный режим»		SB21	Кратковременный режим повышенной силы тяги.

5. КОМАНДА «ВКЛЮЧЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ УПРАВЛЕНИЯ»

5.1 Исполнение всех команд начинается после приема команды «Включение выключателя управления (ВУ)» (Make_On_VU). Иные команды, введенные до этой команды игнорируются, а включенные органы управления («Токоприемники 1-3», «Токоприемники 2-4», «Быстродействующий выключатель», «Мотор-вентиляторы», «Мотор-компрессор», «Мотор-компрессор принудительно», «Продувка резервуаров», «Отпуск тормоза», «Песок») блокируются. Такая блокировка не позволяет выполнить соответствующие органам управления команды после включения выключателя управления до разблокирования кнопок. Чтобы разблокировать органы управления необходимо выключить их и затем повторно включить необходимые.

5.2 В момент включения выключателя управления определяется количество секций и их ориентация. Для каждой секции устанавливается ее номер. Секция, с которой ведется управление (где включен выключатель управления) получает номер «0». Все прочие секции получают номера от 1 до 3 в порядке их размещения за секцией №0.

На секции №0 для МПСУиД устанавливается режим приема команд с пульта и трансляции их в другие секции. На всех других секциях для МПСУиД устанавливается режим приема команд по линии связи.

5.3 МПСУиД на каждой секции дает команду «Управление преобразователями», происходит включение реле K71 в каждом тяговом преобразователе при выполнении следующих условий:

- БУП запущен и инициализирует программное обеспечение(110В подано при включении соответствующего АЗВ);
- БВ выключен (блокировки БУП в цепи БВ разомкнуты).

5.4 Если ведомые секции получают команды по линии связи со стороны кабины, то при включении кнопки «Направление движения» в положение «Вперед» блоки управления тягой тяговых преобразователей (БУП) получают команду «Направление движения – Вперед» и собирают схему в положении «Вперед». Если ведомые секции получают команды со стороны машинного отделения, то при включении кнопки «Направление движения» блоки управления тягой тяговых преобразователей получают команду «Направление движения – Вперед» и собирают схему в положении «Назад».

Аналогично включаются вентили подачи песка.

5.5 При включении выключателя управления на головной секции одновременное включение такого же выключателя на ведомой секции не повлияет на работу МПСУиД. Выключатель управления ведомой секции блокируется программой. Для снятия блокировки необходимо выключить выключатели управления на всех секциях.

5.6 По команде «Выключение выключателя управления» (Make_off_VU) выключение производится в следующей последовательности:

- выключение тягового или тормозного режима тяговых электродвигателей (рукоятка «Тяга-Тормоз» и рукоятка «Скорость» в положении «0»);
- выключение мотор-вентиляторов охлаждения тяговых электродвигателей (МВ ТЭД), мотор-компрессора (МК);
- выключение быстродействующего выключателя (БВ);
- опускание токоприемников;
- выключение контакторов КМ10 и КМ11.

6. ТЕСТОВЫЙ РЕЖИМ

6.1 Для проведения функциональных проверок схемы электровоза при техническом обслуживании используется тестовый режим. В этом режиме отключается программный контроль напряжений и токов силовой схемы. Возможно включение БВ, контакторов вспомогательных машин. Тестовый режим включается, если выполняются следующие условия:

- напряжение датчика контактной сети меньше 200В;
- опущены все токоприемники;
- включены заземлители (любой из переключателей «Токоприемники» в положении «Заземлено»);
- хотя бы один ключ блокировки тягового преобразователя в положении «Разблокировано».

7. ТОКОПРИЕМНИКИ, РАЗЪЕДИНИТЕЛИ И ЗАЗЕМЛИТЕЛИ

7.1 На каждой секции N (N – любая секция, имеющаяся в сцепе) расположено:

- заземлитель;
- два разъединителя (по одному на каждый токоприемник секции);
- два токоприемника
- два переключателя (на пульте управления) – «Токоприемники 1 и 3» и «Токоприемники 2 и 4». Счет токоприемников начинается от кабины ведущей секции (секция №0). Каждый переключатель имеет 3 положения в соответствии с таблицей 2. токоприемники от каждого переключателя поднимаются только попарно 1 и 3 или 2 и 4.

Для выполнения нижеперечисленных команд обязательным условием является наличие команды на включение выключателя управления (ВУ) **Make_On_VU**.

7.2 Исходное положение переключателя «Токоприемники 1 и 3» в положении 1 «заземлено». Команда «Заземлено».

По команде «заземлено» (ТКР 13_ZAZ) и при выполнении следующих условий:

- отсутствуют команды на подъем токоприемников всех секций, имеющих в сцепе электровоза;
- отсутствует U_{ks} на всех секциях сцепа;
- выключены БВ;

снимается питание с включающих вентилях разъединителей всех секций QS1-1, QS2-1 и подается питание на выключающие вентили разъединителей всех секций QS1-2, QS2-2.

При наличии сигнала о размыкании разъединителей всех секций снимается питание с выключающих вентилях заземлителей QS 3-2 всех секций и подается питание на включающие вентили заземлителей всех секций QS 3-1. Заземлители включаются на всех секциях. Становится возможным открытие блокируемых высоковольтных установок в кузовах (тяговые преобразователи шкаф БВТ, шкаф БВ, шкаф ВА) и люков всех секций.

7.3. Положение 2 переключателя «Токоприемники 1-3» - «Разъединитель». Команда «Разъединитель» (ТКР13_RZ).

По команде «Разъединитель» и при наличии сигналов:

- о закрытии блокируемых высоковольтных установок и люков всех секций,
- о выключенном положении БВ всех секций;
- об опущенном положении токоприемников всех секций.

Снимается питание с включающих вентилях заземлителей всех секций QS3-1 и получают питание выключающие вентили заземлителей QS 3-2 всех секций сцепа – заземлители отключаются на всех секциях.

При наличии сигнала о размыкании заземлителей всех секций снимается питание с выключающих вентилях QS1-2 разъединителей 1-3 и получают питание включающие вентили QS1-1 разъединителей 1-3. Разъединители токоприемников 1 и 3 включаются.

7.4. Положение 3 переключателя «Токоприемники 1-3». Команда «подъем токоприемников 1-3» (TKP13_ON).

По команде «Подъем токоприемников 1-3» получают питание клапана токоприемников (KP1) 1 (на головной секции) и 3 (на второй секции) (аналогично получают питание соответствующие клапана 5 и 7 токоприемника на секциях 3 и 4 в случае работы по системе многих единиц), , если выполнены следующие условия:

- есть сигнал о закрытом положении блокируемых устройств и люков на всех секциях;
- сигнал о включенном положении разъединителей 1 (на секции 1) и 3 (на секции 2);
- БВ выключены;
- сигнал об опущенном состоянии четных токоприемников (2, 4, 6, 8);

7.5 Исходное положение переключателя «Токоприемники 2 и 4» в положении 1 «заземлено». Команда «Заземлено».

По команде «заземлено» (TKP 24_ZAZ) и при выполнении следующих условий:

- отсутствуют команды на подъем токоприемников всех секций, имеющихся в цепи электровоза;
- отсутствует U_{ks} на всех секциях сцепа;
- выключены БВ;

снимается питание с включающих катушек разъединителей всех секций QS1-1, QS2-1 и подается питание на выключающие катушки разъединителей всех секций QS1-2, QS2-2.

При наличии сигнала о размыкании разъединителей всех секций снимается питание с выключающих катушек заземлителей QS 3-2 всех секций и подается питание на включающие катушки заземлителей всех секций QS 3-1. Заземлители включаются на всех секциях. Становится возможным открытие блокируемых высоковольтных установок в кузовах (тяговые преобразователи шкаф БВТ, шкаф БВ, шкаф ВА) и люков всех секций.

7.6. Положение 2 переключателя «Токоприемники 2-4» - «Разъединитель». Команда «Разъединитель» (TKP24_RZ).

По команде «Разъединитель» и при наличии сигналов:

- о закрытии блокируемых высоковольтных установок и люков всех секций,
- о выключенном положении БВ всех секций;
- об опущенном положении токоприемников всех секций.

Снимается питание с включающих катушек заземлителей всех секций QS3-1 и получают питание выключающие катушки заземлителей QS 3-2 всех секций сцепы – заземлители отключаются на всех секциях.

При наличии сигнала о размыкании заземлителей всех секций снимается питание с выключающих вентилей QS2-2 разъединителей 2-4 и получают питание включающие вентили QS2-1 разъединителей 2-4. Разъединители токоприемников 2 и 4 включаются.

7.7. Положение 3 переключателя «Токоприемники 2-4». Команда «подъем токоприемников 2-4» (TKP24_ON).

По команде «Подъем токоприемников 2-4» получают питание клапана токоприемников (KP2) 2 (на головной секции) и 4 (на второй секции)

(аналогично получают питание соответствующие клапана 6 и 8 токоприемника на секциях 3 и 4 в случае работы по системе многих единиц), если выполнены следующие условия:

- есть сигнал о закрытом положении блокируемых устройств и люков на всех секциях;
- сигнал о включенном положении разъединителей 2 (на секции 1) и 4 (на секции 2);
- БВ выключены;
- сигнал об опущенном состоянии нечетных токоприемников (1,3,5,7).

7.8. В блоки управления преобразователями (БУП) на каждой секции передается команда «Токоприемник поднят» при выполнении следующих условий:

- По БВС есть сигнал о получении питания клапанами токоприемников КР 1 или КР2;
- есть $U_{кс}$.

7.9. При перемещении переключателя «Токоприемники 1-3» («токоприемники 2-4») из положение 3 в положение 2 подается команда «Опускание токоприемников 1-3» («Опускание токоприемников 2-4») - теряют питание электропневматические вентили КР1 (КР2) на каждой секции. Токоприемники 1-3 (2-4) - опускаются.

8 БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ

8.1. При включении тумблера «БВ» на секции 0, где включен ВУ - с пульта, а на остальных секциях по линии системы многих единиц (СМЕ) проходит команда на включение БВ Control_BV при выполнении следующих условий:

- число секций в сцепе от 1 до 4.

Включение БВ на каждой из секций сцепа осуществляется в следующем порядке:

- 1) Проверяется наличие сигнала от БУП «Тяговый привод готов к подаче питания» (кроме режима тестирования);
- 2) По команде Control_BV включается контактор КМ1;
- 3) В случае если замкнуты аппаратные контакты всех БУП тяговых преобразователей (А1 и А2) получают питание вентиль и электромагнит БВ и по БВС поступает соответствующий сигнал.
- 4) Перемещаются и замыкаются главные контакты – по БВС поступает соответствующий сигнал «БВ включен».
- 5) В БУП посылается команда «БВ включен».

8.2. Выключение БВ

Выключение БВ при отключении тумблера «БВ» происходит в следующей очередности:

- 1) От МПСУиД к БУП поступает команда «главный выключатель выключен»;
- 2) От МПСУиД поступает команда на выключение индивидуальных контакторов-пускателей вспомогательных машин;
- 3) От БУП поступает сигнал «Блок питания собственных нужд не работает» - снимается питание с вспомогательных машин

независимо от положения индивидуальных контакторов-пускателей

- 4) От БУП в МПСУиД поступает команда «Блок питания собственных нужд не готов к работе»
- 5) От МПСУиД в БУП поступает команда «Разрядка промежуточных контуров»
- 6) От БУП к МПСУиД поступает сигнал «тяговый привод не готов к подаче питания» - промежуточные контуры разряжаются.
- 7) От БУП к МПСУиД – «Промежуточные контуры разряжены».
- 8) Происходит размыкание БВ и от БУП к МПСУиД проходит сигнал – «Тяговый преобразователь не соединен с сетью».

9. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ТЯГОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ (Блок питания собственных нужд).

9.1 После включения К71 (См п.5.3.) (есть сигнал о включении от БВС) подключение тягового преобразователя (любого на любой секции) происходит в следующей последовательности:

1) Инициализируется связь между МПСУиД и БУП на всех секциях:

- от МПСУиД к БУП подается команда – «К71-1 включено» для преобразователя 1-й тележки;

- от МПСУиД к БУП подается команда – «К71-2 включено» для преобразователя второй тележки;

- от МПСУиД к БУП – «БВ не включен» (т.е. отсутствует соответствующий сигнал от БВС);

- от БУП к МПСУиД – «тяговый привод не готов к подключению к сети»;

- от БУП к МПСУиД – «промежуточные контуры разряжены».

2) Блок управления преобразователем в каждой секции производит внутреннее пусковое тестирование с разряженными промежуточными контурами.

3) БУП разрешает включение БВ командой «Тяговый привод готов к подключению к сети» при следующих условиях:

- завершено внутреннее тестирование в преобразователе;

- есть сигнал от МПСУиД к БУП о поднятом токоприемнике и наличии $U_{кс}$.

4) После включения БВ БУП получает от МПСУиД сигнал – «БВ включен»;

5) БУП подает питание на реле К6 в тяговом преобразователе и заряжается промежуточный контур, по окончании зарядки следует сигнал от БУП к МПСУиД – «промежуточный контур не разряжен»;

6) БУП закрывает разъединители Q4 и подает сигнал к МПСУиД – «тяговый привод соединен с сетью»;

7) Если текущий запуск преобразователя происходит первый раз за текущие сутки, то производится тестирование компонентов – от БУП к МПСУиД поступает сигнал – «Необходимо тестирование компонентов». МПСУиД при получении такого сигнала проверяет давление в тормозных цилиндрах и при наличии давления в ТЦ дает команду в БУП – «Разрешено тестирование компонентов тягового преобразователя».

8) БУП выполняет тестирование компонентов тягового преобразователя, после завершения которого, в МПСУиД поступает сигнал – «Тестирование компонентов тягового преобразователя не требуется», а затем «тестирование компонентов тягового преобразователя не активно». МПСУиД после получения этих сигналов запрещает дальнейшую возможность тестирования командой: «тестирование компонентов тягового преобразователя не разрешено».

9) Запуск блока питания собственных нужд (БВТ – блок вспомогательных трансформаторов).

После тестирования компонентов (если таковое требуется) от БУП к МПСУиД поступает сигнал – «Блок питания собственных нужд готов к работе». МПСУиД, получив такой сигнал, посылает ответный бит – «необходим запуск блока питания собственных нужд» (при этом нет необходимости в дополнительной проверке Укс и замыкания БВ – это уже выполнено в процессе запуска преобразователя).

БУП, запустив блок вспомогательных трансформаторов, посылает сигнал – «блок питания собственных нужд работает – потребители электроэнергии блока могут быть подключены».

10 ВКЛЮЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ БЛОКА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ (БВТ)

10.1 Определение режимов работы оборудования

Работа оборудования может осуществляться в двух режимах: «Зима» и «Лето». Выбор режима выполняется МПСУиД в зависимости от перехода среднесуточных температур региона через отметку 0 градусов Цельсия в соответствии с Инструкцией «По подготовке к работе и техническому обслуживанию электровозов в зимних и летних условиях» №ЦТ 814. При фиксации МПСУиД астрономической даты 06.04.XXXX и времени 00 часов 00 минут происходит переход из режима «Зима» в режим «Лето». При фиксации МПСУиД астрономической даты 20.10.XXXX и времени 00 часов 00 минут происходит переход из режима «Лето» в режим «Зима».

Фактическое переключение аппаратов в схеме происходит только после снятия нагрузки с БВТ (нет сигналов о включении контакторов – пускателей от соответствующих БВС).

10.2 Вентилятор охлаждения блока питания собственных нужд

В режиме «Зима» питание двигателя вентилятора осуществляется от канала с переменной частотой питающего напряжения 10-50 Гц 380 В путем замыкания контактора-пускателя K21, в режиме «Лето» от канала с частотой 50 Гц путем замыкания контактора-пускателя K18.

Катушка контактора (K21 или K18 в зависимости от режима) получает питание (на всех секциях, где работает БВТ) при следующих условиях:

- от БУП к МПСУиД поступил сигнал: «БВТ – работает».

Время допустимой задержки 10 с. Защитная функция по перегреву осуществляется БУП путем снятия нагрузок с данного БВТ.

Управление частотой вращения путем изменения частоты питающего напряжения осуществляется БУП в зависимости от действующего значения температуры обмоток трансформаторов.

Отключение контактора-пускателя происходит при поступлении команды от БУП «Блок питания собственных нужд (БВТ) не работает».

10.3 Вентилятор наддува воздуха в кузов

В режиме «Зима» питание двигателя вентилятора осуществляется от канала с переменной частотой питающего напряжения 10-50 Гц 380 В путем замыкания контактора-пускателя K22, в режиме «Лето» от канала с частотой 50 Гц путем замыкания контактора-пускателя K19.

Катушка контактора (K22 или K19 в зависимости от режима) получает питание (на всех секциях, где работает БВТ) при следующих условиях:

- от БУП к МПСУиД поступил сигнал: «БВТ – работает».

Отключение при исчезновении сигнала или поступлении команды «БВТ не работает».

10.4 Насосы тягового преобразователя

Насосы тяговых преобразователей всех секций питаются по каналу 380 В с фиксированной частотой 50 Гц.

Команда МПСУиД «Включить насосы», после которой БУК замыкает цепь питания катушек K14 и K15 на каждой секции, подается при следующих условиях:

- от БУП к МПСУиД поступил сигнал: «БВТ – работает»;
- от БВС соответствующей секции и соответствующего устройства охлаждения (например секция 0 УО1) есть сигнал: «Уровень хладагента в норме» (на мониторе должна гореть соответствующая пиктограмма).

Время допустимой задержки 10с. Если через 10 с от БВС нет сигнала «Включен насос N секции N», то МПСУиД дает в сторону БУП команду «Отсоединить тяговый преобразователь N - N». БУП размыкает свою блокировку в цепи БВ. После восстановления БВ БУП блокирует работу данного преобразователя.

Отключение контактора-пускателя происходит при поступлении команды от БУП «Блок питания собственных нужд (БВТ) не работает».

10.5 Внутренние вентиляторы тяговых преобразователей

Внутренние вентиляторы тяговых преобразователей всех секций питаются по каналу 380 В с постоянной частотой 50 Гц.

Команда МПСУиД «Включить внутренние вентиляторы», после которой БУК замыкает цепь питания катушек К16 и К17 на каждой секции, подается при следующих условиях:

- от БУП к МПСУиД поступил сигнал: «БВТ – работает».

Время допустимой задержки 10с. Если через 10 с от БВС нет сигнала «Включен внутренний вентилятор тягового преобразователя N секции N», то МПСУиД дает в сторону БУП команду «Отсоединить тяговый преобразователь N - N». БУП размыкает свою блокировку в цепи БВ. После восстановления БВ БУП блокирует работу данного преобразователя.

Отключение контактора-пускателя происходит при поступлении команды от БУП «Блок питания собственных нужд (БВТ) не работает».

10.6 Насосы системы охлаждения сетевых фильтров

Насосы систем охлаждения сетевых фильтров всех секций питаются по каналу 380 В с фиксированной частотой 50 Гц.

Команда МПСУиД «Включить насосы системы охлаждения сетевых фильтров», после которой БУК замыкает цепь питания катушек К12 и К13 на каждой секции, подается при следующих условиях:

- от БУП к МПСУиД поступил сигнал: «БВТ – работает».

- от БВС соответствующей секции и соответствующего устройства охлаждения (например секция 0 УО1) есть сигнал: «Уровень масла в норме» (на мониторе должна гореть соответствующая пиктограмма)».

Допустимое время задержки 15 с. Если через 15с от соответствующего БВС нет сигнала «Насос системы охлаждения сетевого фильтра N на секции N» включен, то от МПСУиД к БУП подается команда «Блокировка тягового преобразователя N секции N» (блокируются только тяговые инверторы, БВТ продолжает работать). Через 60с подается команда - «Отключение БВ секции N».

При отключении насоса в режиме, когда тяговый привод работает, алгоритм защиты от перегрева сетевого фильтра аналогичен. Время задержки до отключения тяговых инверторов 15с, время задержки до отключения БВ 60с.

Отключение контактора-пускателя происходит при поступлении команды от БУП «Блок питания собственных нужд (БВТ) не работает».

10.7 Вентиляторы устройств охлаждения (УО)

Вентиляторы устройств охлаждения получают питание от регулируемого по частоте канала 380В при включении контакторов пускателей K7 и K8.

При получении от БУП сигнала «блок питания собственных нужд работает – потребители электроэнергии блока могут быть подключены» МПСУиД по СМЕ посылает в БУП всех секций команду «Минимальная вентиляция» или команду «Максимальная вентиляция» (См. раздел 10.8 «Установка режимов вентиляции»).

Одновременно подается команда «Открыть жалюзи системы охлаждения» - получают питание вентили жалюзи КР10 и КР11.

Через 5 секунд МПСУиД подает команду «включение УО» - получают питание пускатели К7 и К8 на каждой секции при выполнении следующих условий:

- от БУП есть сигнал - «блок питания собственных нужд работает – потребители электроэнергии блока могут быть подключены»;

- от БВС соответствующей секции есть сигнал об открытии жалюзи системы охлаждения.

В случае не включения пускателя какого-либо из устройств охлаждения в течение $T_{z1} = 15\text{с}$ с момента поступления команды – МПСУиД подает команду на отключение БВ соответствующей секции. На экране монитора сообщение: «Не включено устройство охлаждения N секции N» (или в визуальной форме).

Система диагностики должна выдать сообщение о причине не включения пускателя:

«Не открылись жалюзи УО N на секции N!»; или

«Не включился контактор УО N на секции N!».

10.8 Установка режимов вентиляции

Установка режимов вентиляции выполняется в зависимости от нагрева вентилируемых элементов. Нагрев элементов выявляется с помощью тепловых датчиков (в тяговых двигателях, в БВТ) которые передают сигналы в БУП.

Закон изменения частоты по каналу с регулируемой частотой в зависимости от температур, а также порядок выдачи команд от МПСУиД к БУП (речь идет о командах 35-6 и 35-7 «минимальная вентиляция» и «максимальная вентиляция» по документу – TS_RA&EEC025) должен быть установлен SIEMENS AG.

10.9 Компрессор (МК)

Питание двигателя компрессора в нормальных условиях осуществляется от канала 380 В с фиксированной частотой 50Гц. Плавность пуска компрессора достигается использованием в качестве коммутационного аппарата тиристорного пускателя А8, который выполняет функцию плавного пуска по напряжению. В случае аварийного отключения преобразователя и соответственно БВТ фиксированной частоты, питание двигателя

компрессора осуществляется от БВТ с изменяемой частотой, при этом данный канал работает с частотой 50 Гц.

Управление компрессором осуществляется по следующему алгоритму:

На ведущей секции в линию СМЕ задаются команды «нагнетание МК», и «Ожидание МК» если включена кнопка «МК принудительно» или, при включенной кнопке «МК», если есть сигнал от датчика давления (BL_Rdav - «Comand_1») любой секции (при давлении менее 0,75 МПа).

При включенной кнопке «МК» и пропадании сигнала от датчика давления (при достижении давления в главных резервуарах более 0,9 МПа) команда «нагнетание МК» снимается. Команда «ожидание МК» остается на время задержки равное 5 минут. Через 5 минут, если давление выше 0,8 МПа команда «Ожидание МК» снимается. Если через 5 минут давление ниже 0,8 МПа, то команда «Ожидание МК» сохраняется до давления 0,75 МПа, при достижении которого задается команда «Нагнетание МК».

Если кнопка «МК принудительно» была нажата при выключенной кнопке «МК», то при ее выключении команды «нагнетание МК», и «Ожидание МК» снимаются одновременно.

Каждая секция, включая ведущую, при наличии команды включение БВ и команды от БУП - «блок питания собственных нужд работает – потребители электроэнергии блока могут быть подключены»

- по сигналу СМЕ «Ожидание МК» при наличии сигнала БВС о готовности МК дает команду на включение МК. Получает питание катушка пускателя К11, который обеспечивает плавный пуск двигателя компрессора по напряжению на холостой ход с частотой 50 Гц.

- по сигналу СМЕ «нагнетание МК» дается команда в блок управления МК на включение режима «Нагнетание» - включается в работу винтовой модуль компрессора.

Если при замкнутом K11 сигнал БВС о готовности МК пропадет на 0,2 секунды – K11 выключается. Повторное включение производится при отсутствии команды СМЕ «Ожидание МК».

Управление вентилями продувки ГР (**Control_Prodov**).

На ведущей секции при включении кнопки «Продувка ГР» в линию СМЕ задается команда «Продувка».

Каждая секция, включая ведущую при наличии команды СМЕ «Продувка» включает клапан продувки ГР. При пропадании команды СМЕ «Продувка» клапан продувки ГР выключается.

Кроме того производится счет времени включенного на нагнетание МК до 25,5 секунды. В интервале 5,0 – 6,2 секунд выдается команда продувки ГР.

10.10 Вентиляторы охлаждения тяговых электродвигателей

Вентиляторы охлаждения тяговых электродвигателей получают питание по каналу 380В с регулируемой частотой при замыкании контакторов-пускателей K5 (первая тележка) и K6 (вторая тележка).

Изменение частоты производится в соответствии с разделом 10.8 «Установка режимов вентиляции» (Ответственность SIEMENS AG).

При получении от БУП сигнала «блок питания собственных нужд работает – потребители электроэнергии блока могут быть подключены» МПСУиД по СМЕ посылает в БУП всех секций команду «Минимальная вентиляция» или команду «Максимальная вентиляция» (См. раздел 10.8 «Установка режимов вентиляции»).

На ведущей секции в линию СМЕ задается команда «МВ» (Control_MV) если включена кнопка «МВ» на пульте машиниста и при условии наличия сигнала от БУП «блок питания собственных нужд работает – потребители электроэнергии блока могут быть подключены». Контакторы-пускатели K5 и K6 включаются.

Допустимое время задержки 5 с. Если через 5с от соответствующего БВС нет сигнала «МВ ТЭД N на секции N включен», то от МПСУиД к БУП подается команда «Блокировка тягового преобразователя N секции N» (блокируются только тяговые инверторы, БВТ продолжает работать).

10.11 Вентиляторы охлаждения тормозных резисторов

Вентиляторы охлаждения тормозных резисторов получают питание: от канала 380 В с регулируемой частотой для вентилятора М9 и с фиксированной частотой для вентилятора М10. При этом в момент пуска вентилятора М9 частота регулируемого канала поднимается до 50 Гц в течение 3 секунд. Регулирование плавности пуска двигателя вентилятора М10 осуществляется путем его запуска с помощью тиристорного пускателя, который плавно поднимают напряжение на своем выходе.

Питание двигателей М9 и М10 включается при выполнении следующего порядка действий:

- В БУП всех секций от МПСУиД поступила команда «Торможение»;
- Одновременно с командой «Торможение» МПСУиД по СМЕ дает команду «Открыть жалюзи ТР» - получают питание вентили жалюзи ТР КР12 всех секций.
- По БВС поступает сигнал-подтверждение открытия жалюзи;
- От БУП к МПСУиД поступает сигнал «БУП в состоянии торможения»;
- МПСУиД дает команду «МВ ТР запуск» (Control_MV_TR) – тиристорные пускатели выполняют плавный пуск вентиляторов.

Управление мотор-вентиляторами ТР и жалюзи осуществляется автономно для каждого тормозного резистора. Процесс подачи команды «Торможение» до запуска вентиляторов должен занимать не более 10 с. Если через 10 с по какой-либо причине вентилятор хотя бы одного ТР не запустился МПСУиД передает в БУП всех секций команду: «Снять флаг Торможения».

Процесс электрического торможения заменяется процессом пневматического торможения (См. главу 12).

Контроль нагрева ТР осуществляется тепловыми датчиками, которые в случае превышения температуры выше допустимых пределов (будут установлены по итогам испытаний) по БВС передают сигнал в МПСУиД. МПСУиД сообщает в БУП команду: «Снять флаг Торможения».

После подачи команды «Снять флаг торможения» команда «МВ ТР запуск» снимается через 3 минуты. После отключения МВ ТР жалюзи закрываются через 1 минуту.

11 РЕЖИМ «ТЯГА - ТОРМОЗ»

11.1 Реверсирование (направление движения)

Направление движения выбирается машинистом с помощью переключателя на пульте управления SA22.

Выбор направления движения возможен только при нахождении рукоятки SA19 «Тяга – Тормоз» в положении 0 (значение силы тяги 0%, для БУП значение крутящего момента 0 Н×м) и скорости равной 0 км/ч.

БУП всегда ориентирует привод на какое-либо направление движения – привод не имеет нейтрального положения.

Ответственность за правильность взаимной ориентации приводов внутри каждой тележки и внутри секций относительно друг друга несут БУП.

Ответственность за соответствие ориентации приводов команде, выданной на ориентацию от МПСУиД, несет МПСУиД.

Для четкого понимания команд вводится определение понятий относительно каждого привода:

«вперед» - движение в направлении места машиниста;

«назад» - движение в направлении от места машиниста.

Если ведомые секции получают команды по линии связи со стороны кабины, то при включении кнопки «Направление движения» в положение «Вперед» блоки управления тягой тяговых преобразователей (БУП) получают команду «Направление движения – Вперед» и переводят привод в положение «Вперед», после чего передают в МПСУиД сигнал «Направление вперед».

Если ведомые секции получают команды со стороны машинного отделения, то при включении кнопки «Направление движения» в положение «Вперед» блоки управления тягой тяговых преобразователей получают команду «Направление движения – Вперед» и переводят приводы в положение «Назад», после чего передают в МПСУиД сигнал «Направление вперед».

11.2 Органы управления тягой и торможением

Управление тягой осуществляется с пульта машиниста с помощью следующих органов управления:

- Рукоятка «тяга – тормоз» - имеет положение «0» и сектор тяги с заданием любой силы тяги от 0 до 100%. Рукоятка фиксируется в любом положении сектора. При фиксации рукоятки она занимает одно из 127 положений - выдается соответствующий сигнал МПСУиД. За 100% силы тяги принимается сила тяги продолжительного режима 538 кН. При включении кнопки «бустерный режим» за 100% силы тяги принимается максимальная сила тяги 784 кН. При возвращении рукоятки в положение «0» задание по силе тяги снижается на 8% каждую секунду. В рабочей области «Тормоз» возможно задание тормозной силы до 100%. Рукоятка фиксируется в любом положении сектора, занимая одно из 127 положений с выдачей соответствующего сигнала МПСУиД. При возвращении рукоятки в «0» сброс тормозной силы происходит в темпе 8% в секунду.

- Рукоятка «Скорость» - имеет положения: «0», «Скорость +1», «Скорость +10», «Скорость -1», «Скорость -10». Положения кроме «0» импульсные (с автоматическим возвратом) позволяют задавать скорость с точностью до 1 км/ч. Предел задания по скорости 132 км/ч (испытательная скорость).

- Кнопка «бустерный режим» - активизирует работу электровоза, используя максимальную тяговую характеристику. Работа в таком режиме до выхода на характеристику непрерывного режима возможна в течение не более 15 минут. В случае нажатия кнопки максимальное значение 100% силы тяги при установке рукоятки «тяга-тормоз» в крайнее положение равно 784 кН. В случае нажатия кнопки дается команда от МПСУиД в БУП «Предельная характеристика» при условиях:

- а) Выбрано направление движения;

- б) Рукоятка «Скорость» в положении более 0 км/ч

в) Рукоятка «тяга-тормоз» в рабочем поле «Тяга».

- Кнопка «выбег» - применяется для экстренного снижения силы тяги до 0%. При нажатии кнопки задание силы тяги (тормозной силы) и скорости обнуляется. **Используется максимально возможный для БУП темп.**

11.3 Задание скорости и тяги.

Управление в режиме тяга осуществляется в следующем порядке:

1) Рукояткой «Скорость» выполняется установка задания предельной скорости. При заданной скорости равной 0 км/ч фактическая сила тяги не может быть задана.

Установка задания скорости выполняется в соответствии с примером: Для установки скорости 53 км/ч рукоятка «Скорость» переводится в крайнее переднее положение «+10». В этом положении происходит набор показания скорости (по монитору) до величины 50 км/ч с темпом 10 км/ч за каждые 0,7 с. Далее рукоятку «Скорость» перевести в положение «+1» - показание задачи скорости на мониторе будет увеличиваться на 1 км/ч за каждые 0,7 с.

Набор показаний скорости также можно осуществлять и поступательными движениями рукоятки в то или иное положение с возвратом в «0» (каждое импульсное движение прибавляет соответственно 1 км/ч или 10 км/ч). Установка рукоятки «Скорость» из положения «0» в положение «+1» при движении на выбеге фиксирует в качестве задачи ту скорость, которая физически существует (т.е. при выбеге со скоростью 55 км/ч будет подтверждено задание на скорость 55 км/ч).

Снижение задания по скорости осуществляется установкой рукоятки «Скорость» в положения «-1» или «-10».

2) После установки задания по скорости становится возможным задание силы тяги с помощью рукоятки «Тяга-тормоз».

Перемещение рукоятки «Тяга-тормоз» в рабочую область «Тяга» приводит тяговое и вспомогательное оборудование электровоза к состоянию соответствующему тяговому режиму при следующих условиях:

- БВ включен;
- тяговый преобразователь подключен к сети и готов к работе, о чем есть соответствующие сообщения от БУП;
- задано направление движения;
- давление в тормозной магистрали более 0,35 МПа;
- включены системы безопасности;
- оборудованию разрешена установка тягового крутящего момента.

11.4 Автоматический режим

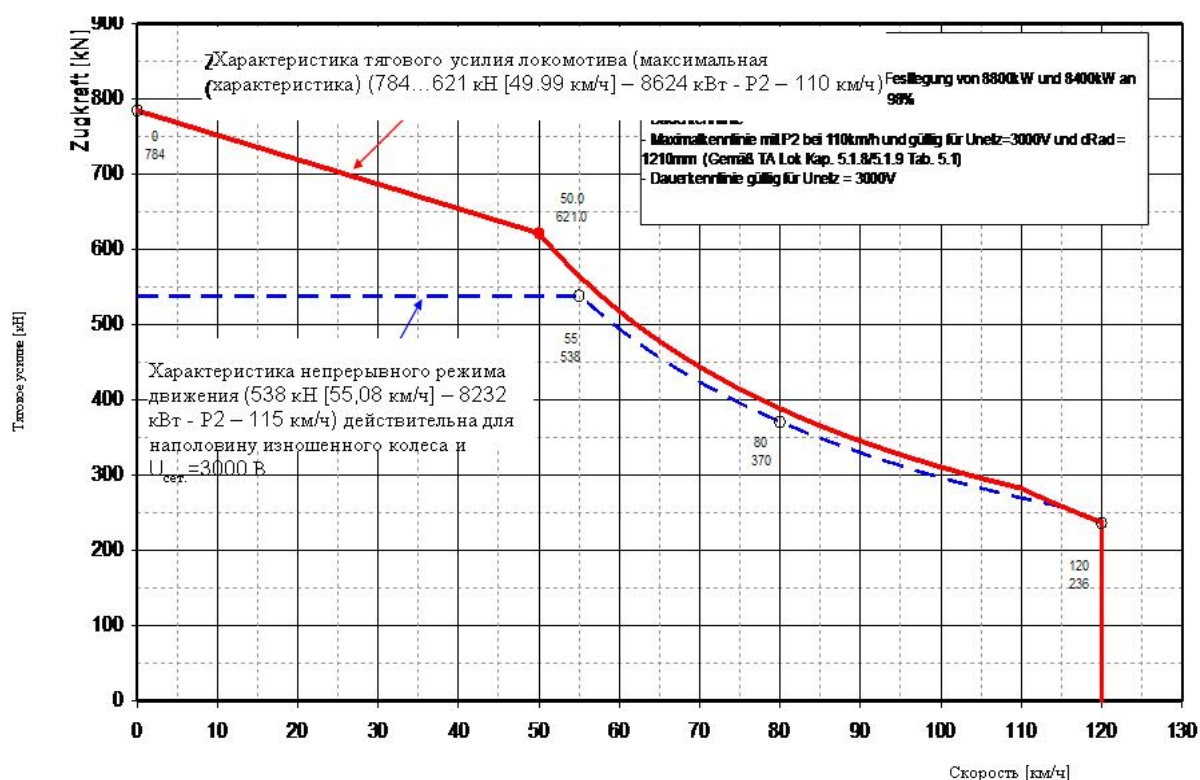
Автоматический режим – это режим, когда МПСУиД совместно с БУП осуществляет автоматическое поддержание установленной задачи по скорости в пределах выбранного диапазона регулирования силы тяги и силы торможения.

Автоматический режим включен при задании скоростей в пределах диапазона $0 < V \leq 120$. Для задания силы тяги необходимо передвигать рукоятку «Тяга-тормоз» по рабочему полю «тяга», в каком-либо положении рукоятки электровоз начнет движение. Величина силы тяги (показывается на мониторе) при, которой начнется движение, зависит от массы состава и профиля пути.

При установке силы тяги в крайнее положение «100%» электровоз реализует тяговую характеристику непрерывного режима (характеристика показана на рисунке 1 синей пунктирной линией). Сила тяги в диапазоне скоростей от 0 до 55 км/ч составляет 538 кН, далее ее снижение обратно пропорционально скорости (гиперболическая характеристика) при постоянной мощности 8232 кВт (до скорости 115 км/ч).

Промежуточные положения рукоятки «Тяга-тормоз» в рабочем диапазоне «тяга» соответствуют реализации электровозом «частичной» тяговой характеристики с соответствующей долей от 100 % непрерывного режима.

В случае если при установке рукоятки «Тяга-тормоз» в одно из рабочих положений диапазона «Тяга» было выполнено нажатие кнопки «Бустерный режим» то крайнее положение рукоятки будет соответствовать характеристике максимального или предельного режима (на рисунке 1 красной линией). Сила тяги в диапазоне скоростей от 0 до 50 км/ч будет изменяться с ростом скорости соответственно от 784 кН до 621 кН, далее снижение силы тяги будет обратно



Электровоз 2ЭС10

Рисунок 1 – Тяговая характеристика электровоза 2ЭС10.

пропорционально скорости при постоянной мощности 8624 кВт (до скорости 110 км/ч). Реализация бустерного (предельного) режима возможна в ограниченном диапазоне времени, длительность которого задает и

контролирует БУП. Включение бустерного режима при хотя бы одном неисправном тяговом преобразователе или отдельном инверторе невозможно (если от БУП есть соответствующие сигналы действие кнопки «Бустерный режим блокируется МПСУиД).

С заданием силы тяги, необходимой для трогания поезда с места, электровоз начнет движение. Дальнейшее автоматическое управление осуществляется в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Управление в автоматическом режиме

Режим движения	Управление	Работа электровоза
1. Режим автомат.	Изменение заданной силы тяги.	Изменение допустимой области работы регулятора скорости на тяговой характеристике электровоза (рисунок 4). В значение заданной силы тяги постоянно переносится значение фактической силы тяги. При заданной скорости равной нулю, фактическая сила тяги не задается.
	Фактическая скорость меньше заданной скорости движения. Заданная сила не равна 0.	Локомотив развивает силу тяги не более, чем заданная, исходя из существующих ограничений по ускорению (рисунок 2) и условиям сцепления и мощности (рисунок 3) для выполнения задания по скорости. По мере приближения к заданной скорости, локомотив плавно снижает силу тяги до уровня, необходимого для поддержания заданной скорости.
	Фактическая скорость движения больше заданной. Заданная сила не равна 0.	Локомотив переходит в режим электрического торможения и задает тормозную силу исходя из существующих ограничений по ускорению (рисунок 2) и условиям сцепления и мощности (рисунок 5) для выполнения задания по скорости. По мере приближения к заданной скорости, локомотив плавно снижает тормозную силу до уровня, необходимого для поддержания заданной скорости.

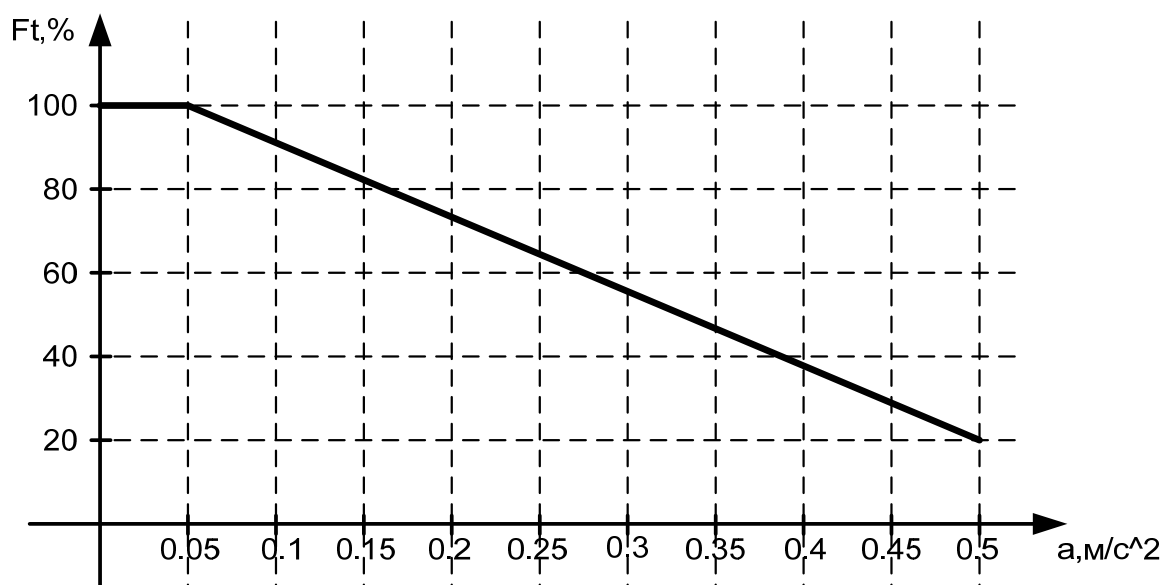


Рисунок 2 – Ограничения по ускорению

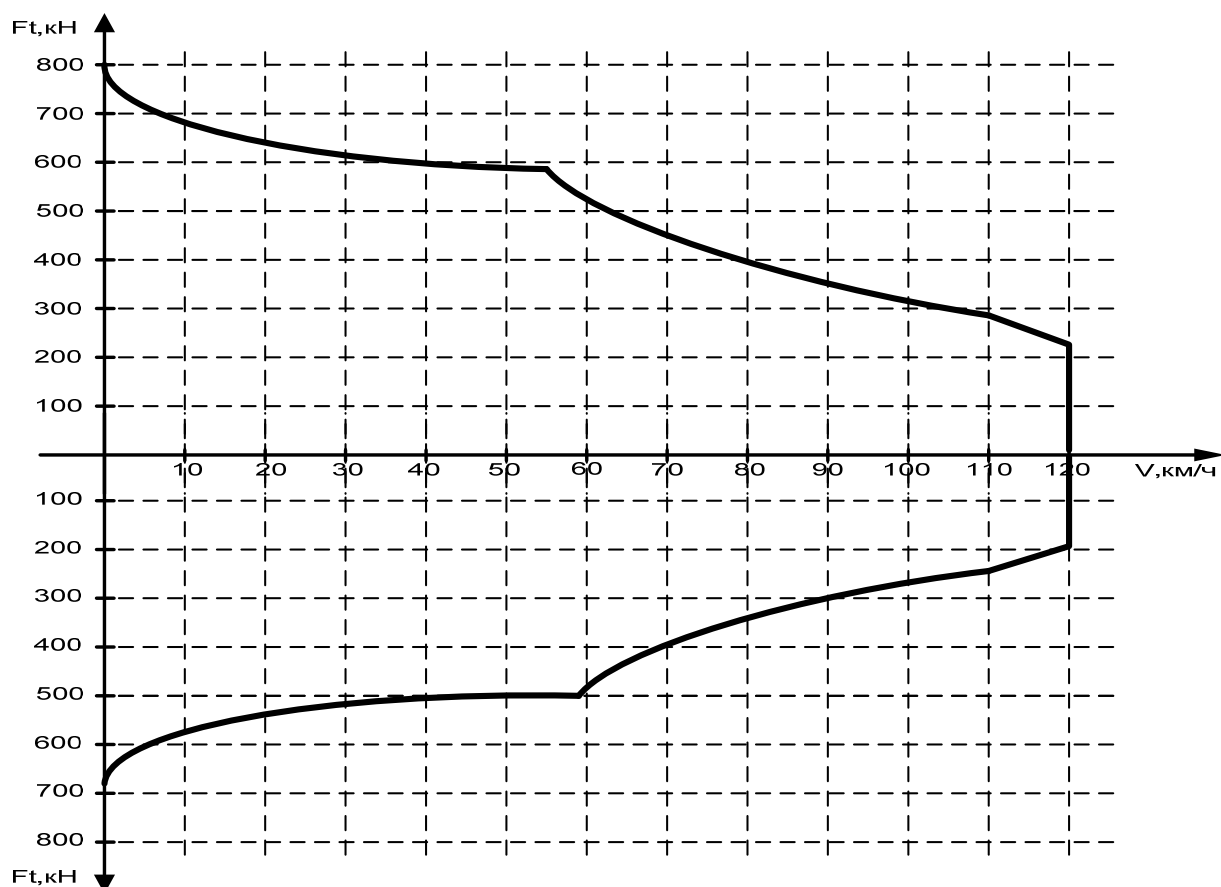


Рисунок 3 – Ограничение силы тяги (торможения) по условиям сцепления и мощности

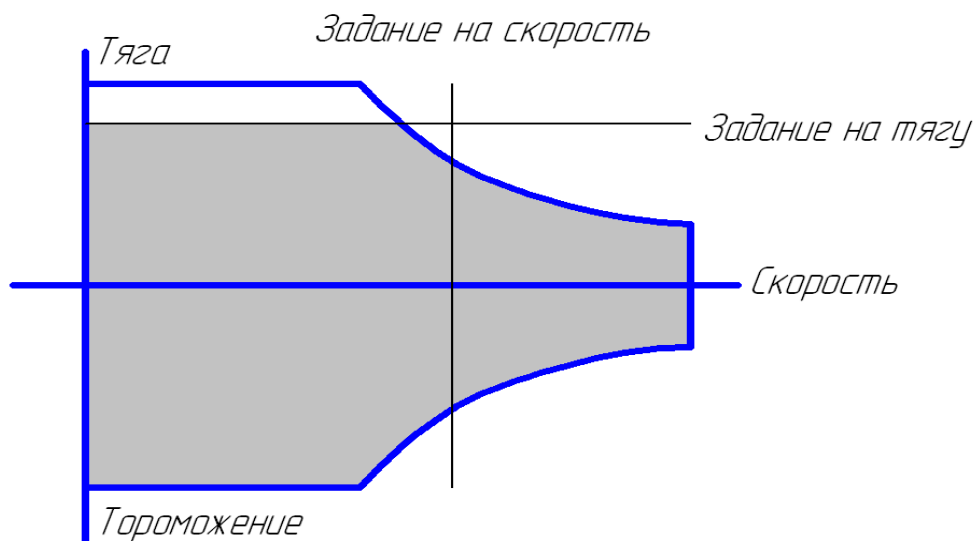


Рисунок 4 - Изменение допустимой области работы регулятора скорости на тяговой характеристике электровоза

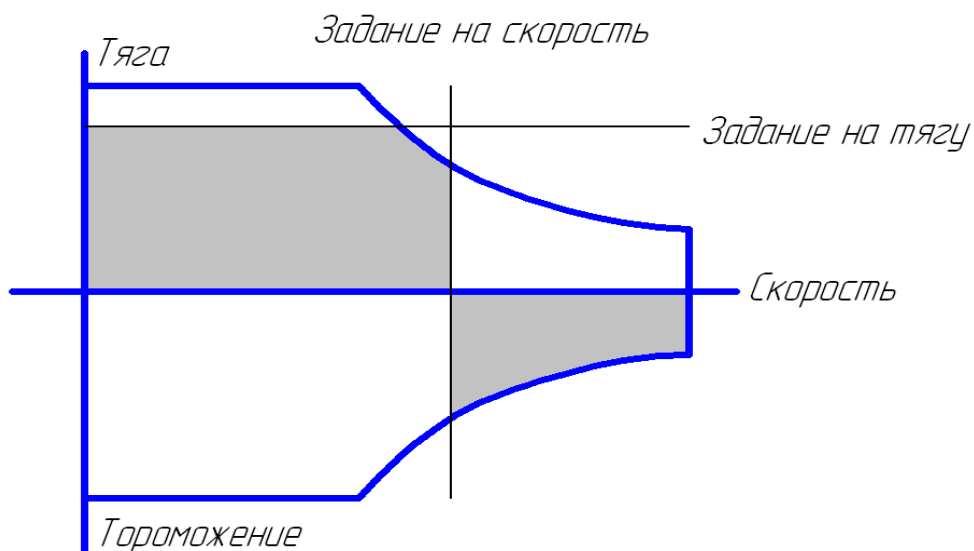


Рисунок 5 – Выполнение задания по скорости автоматической задачей тормозной силы при условии $V_{\text{факт}} > V_{\text{уст}}$

В автоматическом режиме переход в режимы электрического торможения осуществляется в зависимости от результата сравнения заданной скорости $V_{уст}$ и фактической скорости $V_{факт}$. При $V_{факт} > V_{уст}$ включается режим электрического торможения (рекуперативный или реостатный). Выбор режима электрического торможения (рекуперативное или реостатное) осуществляется БУП в зависимости от величины напряжения в контактной сети. Сила электрического торможения регулируется автоматически для поддержания заданной скорости в пределах процентного ограничения по отношению к максимальной величине, установленной главной рукояткой для задания силы тяги.

11.5 Режим ручного управления

Режим ручного управления тягой и торможением включается при условии установки регулятора скорости в положение $V > 120$ км/ч и перемещении рукоятки «Тяга – тормоз» в зону рабочего диапазона.

В случае включения ручного управления сила тяги и сила торможения электровоза всегда будут соответствовать положению рукоятки «Тяга – тормоз». Фактическая сила тяги/торможения изменяется до заданного значения темпом не более 30 кН/с. В заданное значение скорости постоянно переносится значение фактической скорости движения.

При включении ручного режима за 100 % силы тяги принимается предельная характеристика, поэтому в ручном режиме нажатие кнопки «Бустерный режим не требуется». Ограничение времени работы на предельной характеристике регламентируется и контролируется БУП.

12. ПРОЧИЕ КОМАНДЫ

12.1 Команда «Отпуск тормоза» (в разработке)

12.2 Команда «Блокировка тормоза»

При включении электрических тормозов подается команда «Блокировка тормоза» - получает питание КЭБ1. Команда «Блокировка тормоза» отменяется при переходе в режим «Выбег».

При срыве (несанкционированном разборе схемы) электрического торможения подается команда «Срыв рекуперации» - получает питание электропневматический вентиль (ЭПВ) и отменяется команда «Блокировка тормоза» - КЭБ1 теряет питание.

12.3 Команда «Экстренное торможение»

Команда «Экстренное торможение» выдается при снижении давления в тормозной магистрали ниже 0,3 МПа

По команде «Экстренное торможение» при скорости движения более 10 км/ч или по команде «Песок» на всех секциях включаются КЭП16, КЭП17 (Песок вперед) или КЭП18, КЭП19 (Песок назад). КЭП16, КЭП17 включаются, если в данной секции команда «движение вперед» подана со стороны кабины. КЭП18, КЭП19 включаются, если на данную секцию команда «Движение вперед» подана со стороны машинного отделения. При снятии сигнала «Экстренное торможение» или снижении скорости движения ниже 10 км/ч (снятии команды «Песок») КЭП16-КЭП19 выключаются.