

Технический директор
АО «Протон»

Л. В. Полянцева Л. В. Полянцева

« 21 » 11 2019 г.

МИКРОСБОРКИ

2615КП12Т, 2615КП13Т, 2615КП14Т, 2615КП15Т

КЕНС.431156.191 РЭ

Руководство по эксплуатации

СОГЛАСОВАНО

Главный инженер ПК «Оптрон»

А. А. Шафрайчук А. А. Шафрайчук

« 18 » 11 2019 г.

Начальник СКТБ ПК «Оптрон»

А. М. Цырлов А. М. Цырлов

« 18 » 11 2019 г.

Начальник ОНТД

М. П. Додонова М. П. Додонова

« 18 » 11 2019 г.

Иув. № подл.	Подп. и дата	Иув. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Полупроводниковый коммутатор с гальванической развязкой, контролем статуса выхода и защитой от КЗ

Особенности

- напряжение питания: 4,5 ... 5,5 В;
- ТТЛ и КМОП совместимость по входу;
- трансформаторная гальваническая развязка;
- коммутируемый ток: 1 - 5 А (без теплоотвода);
- коммутируемое напряжение: 100 - 600 В;
- время включения/выключения: 2 / 2 мс;
- сигнал статуса выходной цепи;
- защита от перегрузки и короткого замыкания;
- 1000 В напряжение изоляции вход-выход;
- покрытие основания и выводов корпуса Зл.З.

1 Общие сведения

Микросборка выпускается по гибридной технологии, состоит из входной бескорпусной КМОП интегральной схемы управления трансформатором, DC-DC преобразователя гальванической развязки, бескорпусной КМОП интегральной схемы диагностики и защиты, выходной бескорпусной КМОП интегральной схемы управления выходным коммутатором, подключенной к затворам выходных ключевых ДМОП транзисторов, транзисторной оптипары для формирования гальванически развязанного сигнала статуса выхода. Микросборка удовлетворяет требованиям ОСТ В 11 1009-2001 и требованиям, установленным в разделах АЕНВ.431160.356 ТУ.

Показатель герметичности микросборок со свободным внутренним объёмом по скорости утечки гелия не более $6,65 \cdot 10^{-5}$ л·мкм·рт.ст./с ($6,65 \cdot 10^{-2}$ Па·см³/с).

Масса микросборок не более 60 г.

Предельная температура кристаллов в микросборке – 150 °С.

Температура пайки микросборок – 235 ± 5 °С, продолжительностью не более 4,0 с.

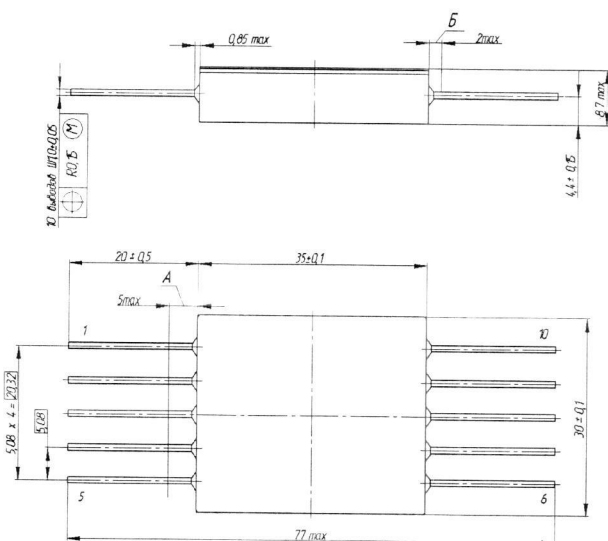
Теплостойкость при пайке – 260 ± 5 °С.

Гамма - процентная наработка T_γ при $\gamma = 97,5$ % в режимах и условиях, допускаемых настоящими ТУ, при температуре окружающей среды не более (65 ± 5) °С составляет – 150 000 ч.

Интенсивность отказов – не выше $2,5 \cdot 10^{-7}$ 1/ч.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	КЕНС.431156.191 РЭ				
					Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Разраб.	Сёмин			15.11.15
					Пров.	Цырлов			18.11.15
					Т. контр.	Шафрайчук			18.11.15
					Н. контр.	Шеварыкина			
					Утв.	Полянцева			21.11.15
					Микросборки 2615КП12Т, 2615КП14Т, 2615КП15Т. 2615КП13Т Руководство по эксплуатации				
					Лит	Лист	Листов		
					О	2	28		
					АО «Протон»				

2615КП12Т, 2615КП13Т



2615КП14Т, 2615КП15Т

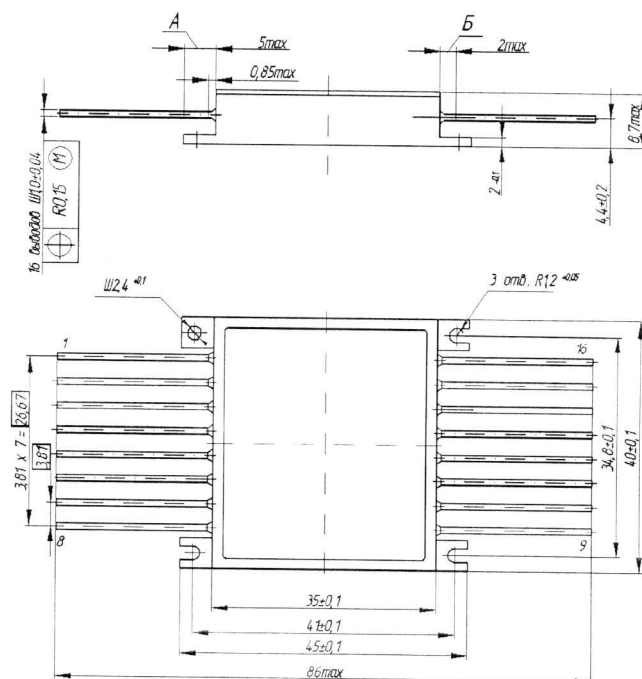
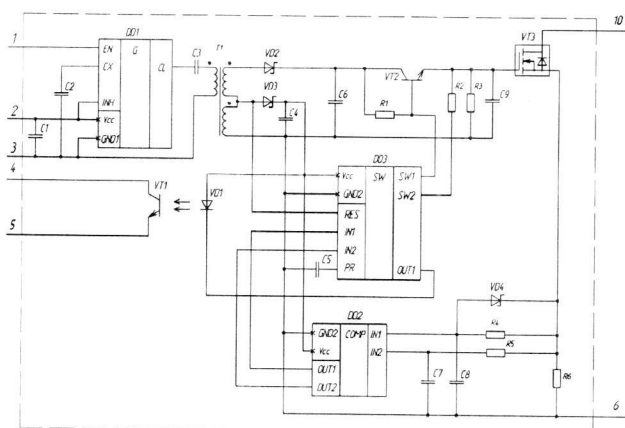


Рисунок 1 – Общий вид и расположение выводов микросборок

2615КП12Т, 2615КП13Т



2615КП14Т, 2615КП15Т

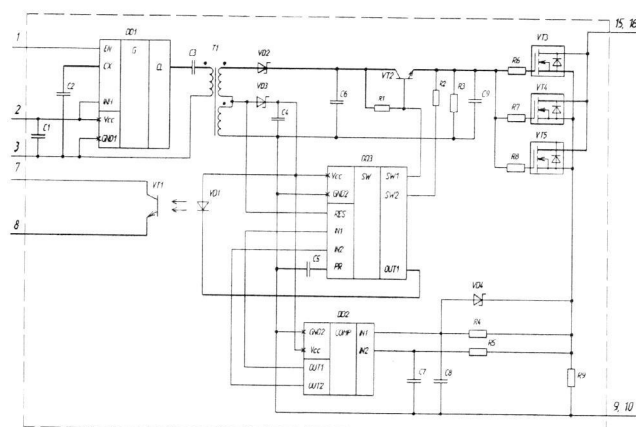


Рисунок 2 – Схема электрическая структурная микросборок

Таблица 1 – Функциональное обозначение выводов микросборок

2615КП12Т, 2615КП13Т		2615КП14Т, 2615КП15Т	
Номер вывода	Функциональное назначение	Номер вывода	Функциональное назначение
1	Разрешение	1	Разрешение
2	Питание	2	Питание
3	Общий	3	Общий
4	статус "+"	7	статус "+"
5	статус "-"	8	статус "-"
6	Контакт V-	9, 10	Контакт V-
10	Контакт V+	15, 16	Контакт V+

Таблица 2 – Электрические параметры при приёме и поставке микросборок

Наименование параметра, единица измерения (режим измерения)	Буквенное обозначение параметра	Норма		Температура, °С	Номер пункта примечания
		не менее	не более		
Напряжение изоляции, В, ($I_{ут} \leq 10$ мкА, $t=5$ с)	$U_{из1}$	1000	-	25	1
Сопротивление изоляции, Ом ($U_{из} = 500$ В)	$R_{из}$	$5 \cdot 10^{10}$	-	25	1
Ток потребления, мА ($U_{пит} = 5$ В)	$I_{пот}$	—	10	от минус 60 до 125	
Входной ток управления, мкА ($U_{пит}=5$ В)	$I_{вх}$	—	100	25	
			200	от минус 60 до 125	
Время включения, мс ($U_{пит}=5$ В, $U_{ком}=10$ В, $R_H=51$ Ом)	$t_{вкл}$		2,0	от минус 60 до 125	
Время выключения, мс ($U_{пит}=5$ В, $U_{ком}=10$ В, $R_H=51$ Ом)	$t_{выкл}$		2,0	от минус 60 до 125	
Выходное сопротивление в от- крытом состоянии, Ом ($U_{пит}=U_{вх} = 5$ В, $t_{изм}= 30$ мс)	$R_{отк}$	-	0,08	25	2, 3
			0,12	от минус 60 до 125	
			0,02	25	4
			0,04	от минус 60 до 125	
			0,45	25	5
			0,70	от минус 60 до 125	
Ток утечки на выходе, мкА, ($U_{пит}=5$ В; $U_{вх}=0$ В)	$I_{ут.вых}$	-	10	25	6
			100	от минус 60 до 125	
			100	25	7
			500	от минус 60 до 125	

Примечания

1 Электрическая прочность изоляции при эксплуатации микросборок в составе аппаратуры обеспечивается при покрытии модуля тремя слоями лака ЭП-730 по ГОСТ 20824 или УР-231 по ТУ6-21-14.

2 Исполнение 2615КП12Т - $I_{\text{КОМ}} = 1 \text{ А}$.

3 Исполнение 2615КП13Т - $I_{\text{КОМ}} = 2 \text{ А}$.

4 Исполнение 2615КП14Т – $I_{\text{КОМ}} = 5\text{А}$.

5 Исполнение 2615КП15Т - $I_{KOM} = 1$ А.

6 Исполнения 2615КП12Т, 2615КП13Т, 2615КП14Т – $U_{\text{КОМ}} = 100 \text{ В}$.

7 Исполнение 2615КП15Т – $U_{\text{КОМ}} = 600 \text{ В}$.

Таблица 3 – Предельно – допустимые режимы эксплуатации

Наименование параметров, единица измерения	Буквенное обозначе- ние пара- метра	Предельно- допустимая нор- ма при эксплуа- тации		Предельная норма при эксплуатации		Номер пункта примечания
		не ме- нее	не бо- лее	не менее	не более	
Напряжение питания, В	U _{пит}	4,0	6,0	- 0,5	10,0	
Коммутируемое напряжение, В	U _{ком}	0	100	0	110	2, 3, 4
		0	600	0	610	5
Постоянный коммутируемый ток, А	I _{ком}	0	1,0	0	1,1	1, 2, 5
		0	2,0	0	2,2	1, 3
		0	5,0	0	5,2	1, 4
Импульсный коммутируе- мый ток, А	I _{ком. и}	0	5	0	6	2, 5, 6
		0	10	0	15	3, 7
		0	20	0	30	4, 8

Примечания

1 В диапазоне температур от 85 °С до 125 °С предельно-допустимый постоянный коммутируемый ток снижается по линейному закону до уровня 50 % от значения при нормальных условиях.

2 Исполнение 2615КП12Т.

3 Исполнение 2615КП13Т.

4 Исполнение 2615КП14Т.

5 Исполнение 2615КП15Т.

6 Длительность импульса в соответствии с рисунком 16.

7 Длительность импульса в соответствии с рисунком 17.

8 Длительность импульса в соответствии с рисунком 18.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Инов. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

КЕНС.431156.191 РЭ

Лист

5

2 Типовые Зависимости основных электрических параметров микросборок

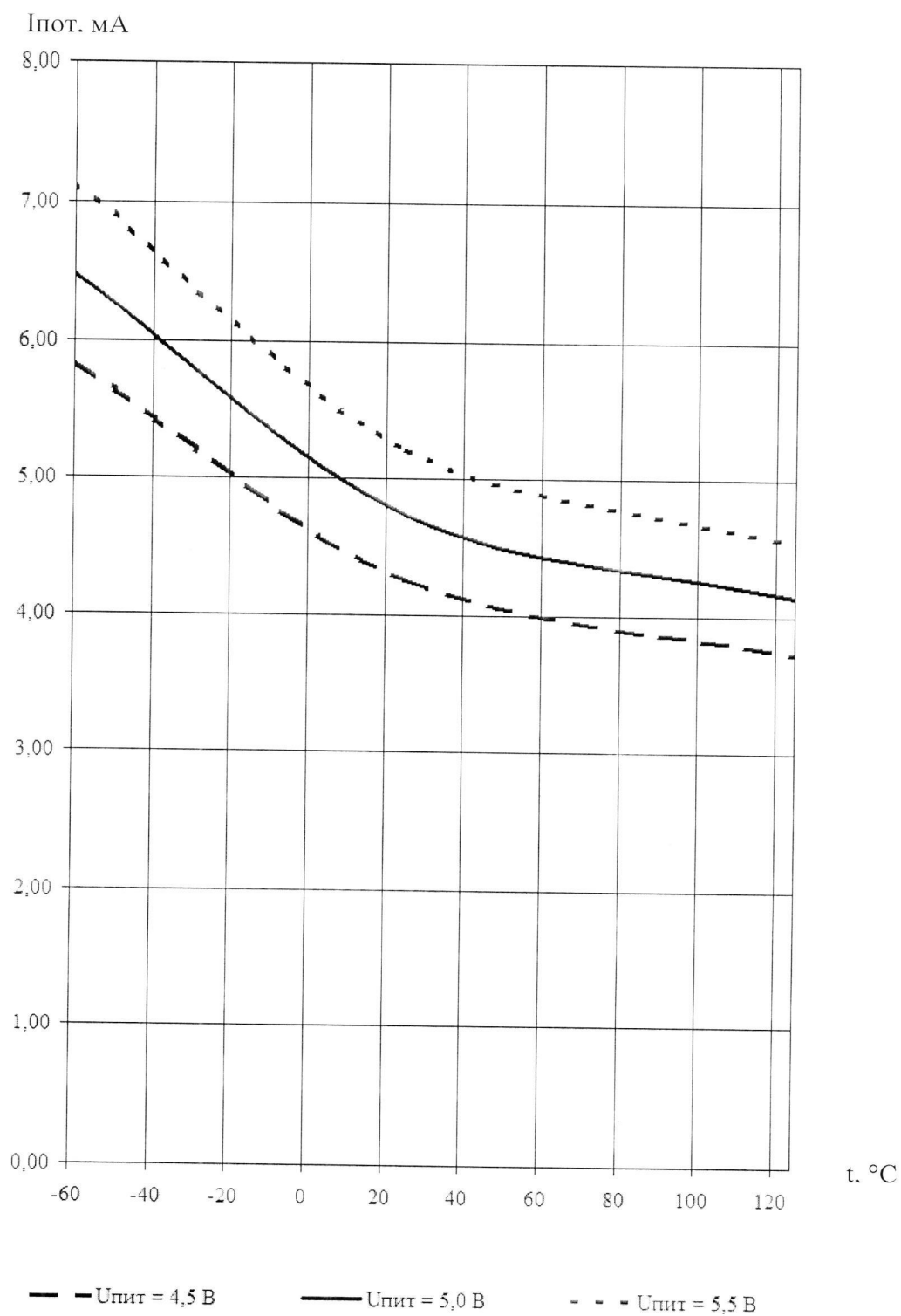


Рисунок 3 – Зависимость потребления от температуры в диапазоне напряжений питания

Инов. № подл.	Подп. и дата
Инов. № дубл.	Взам. инв. №
Инов. № инв.	Подп. и дата
Ли	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Ипот. мА

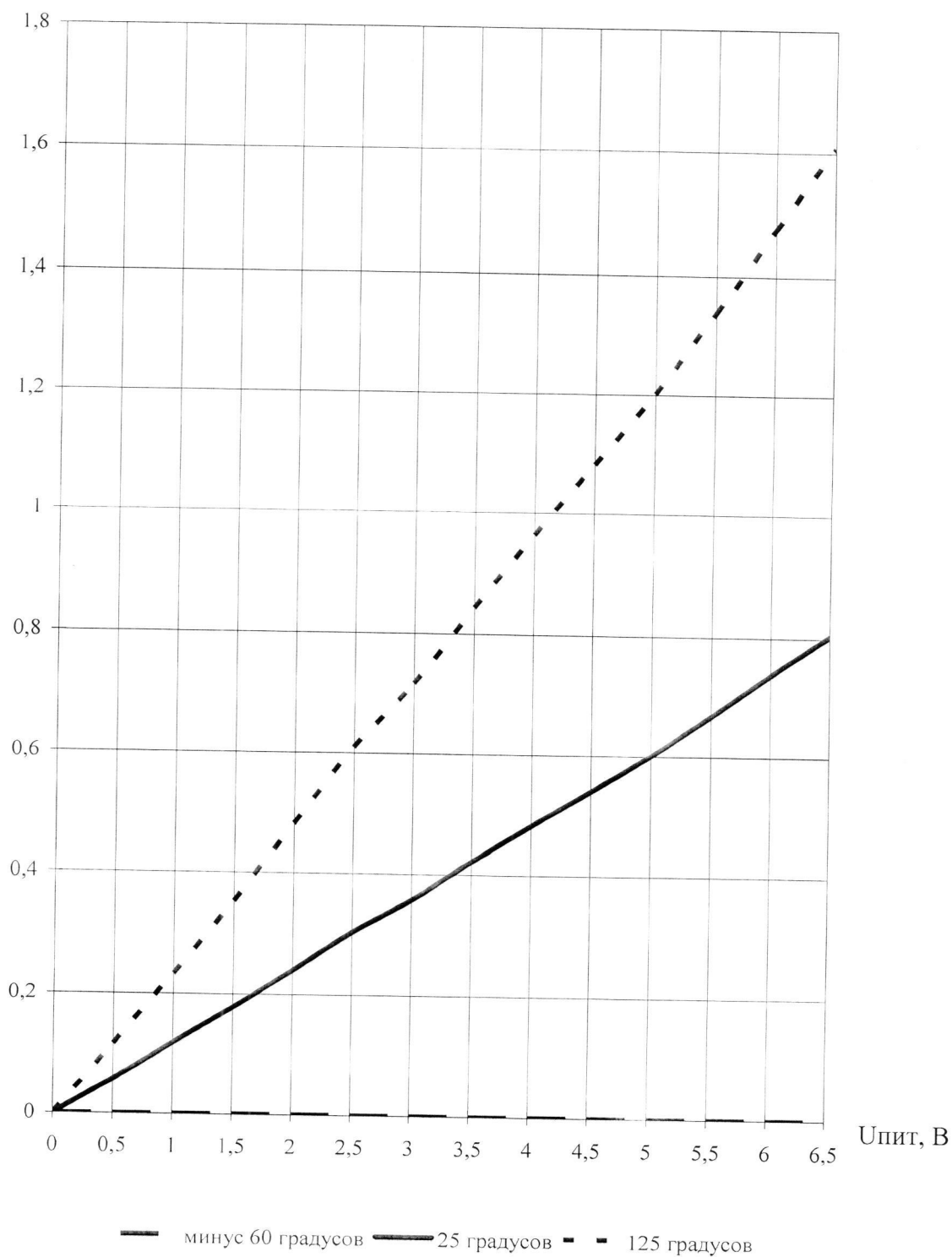
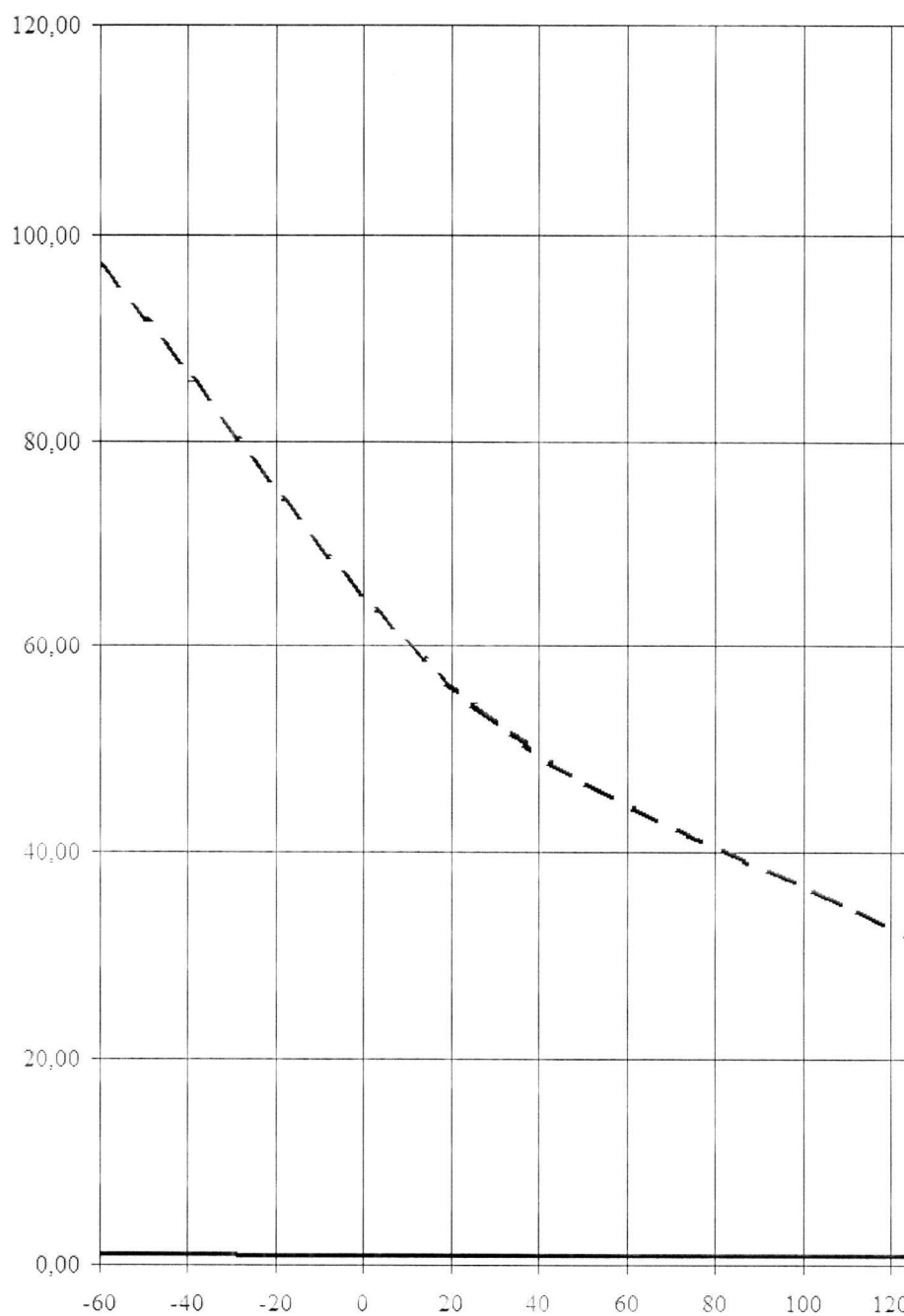


Рисунок 4 – Зависимость тока потребления в выключенном состоянии от напряжения питания в диапазоне температур

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Изм. инв. №	Подп. и дата	КЕНС.431156.191 РЭ	Лист
						7
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		

I_{BX} , мкА



t , °C

— I_{Bx0}

- - I_{Bx1}

Рисунок 5 – Зависимость входного тока управления от температуры

Инд. № подл.	Подп. и дата	Инд. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

КЕНС.431156.191 РЭ

Лист

8

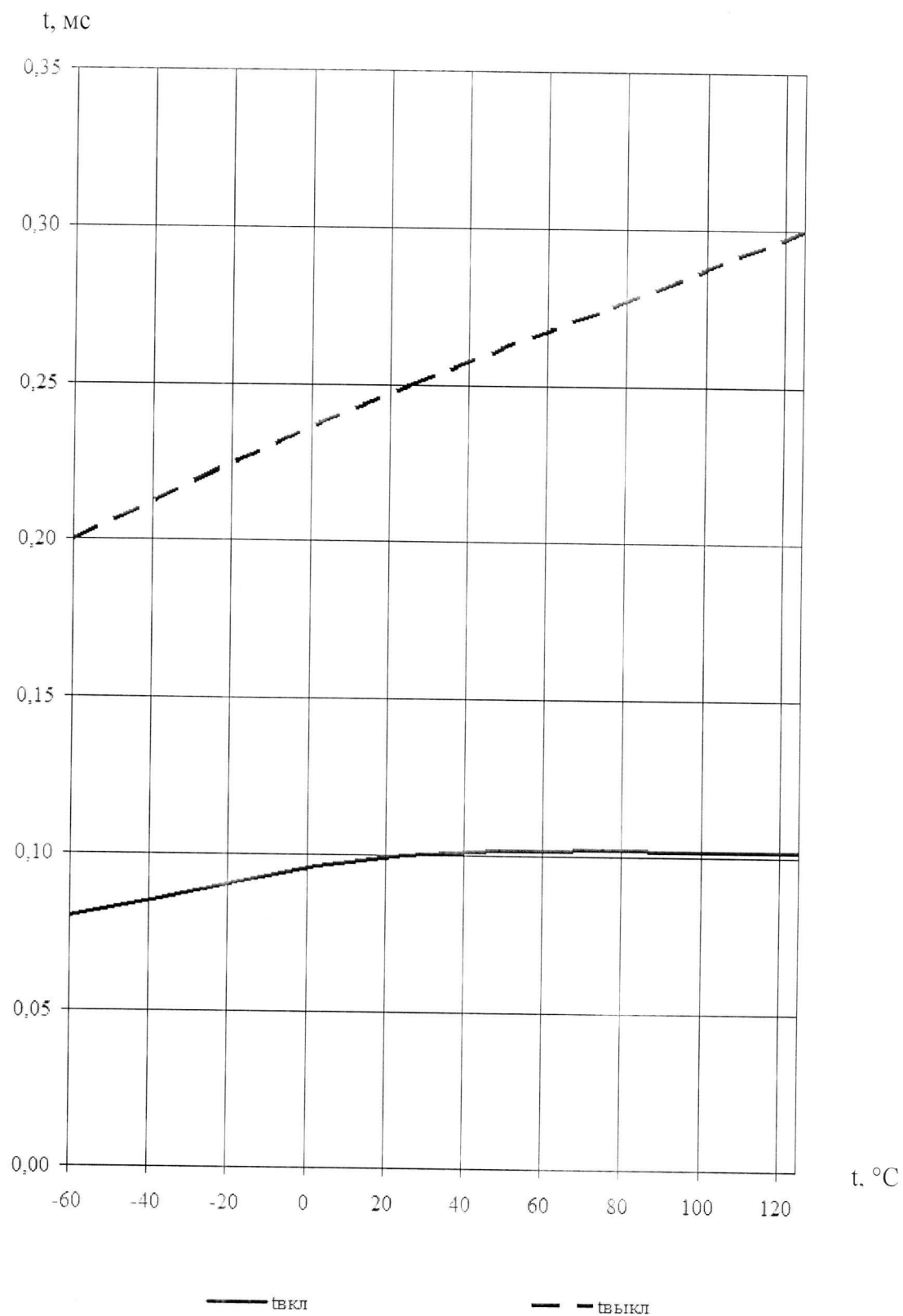


Рисунок 6 – Зависимость времени включения и выключения выхода от температуры

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

КЕНС.431156.191 РЭ

Лист

9

$R_{отк}, \text{Ом}$

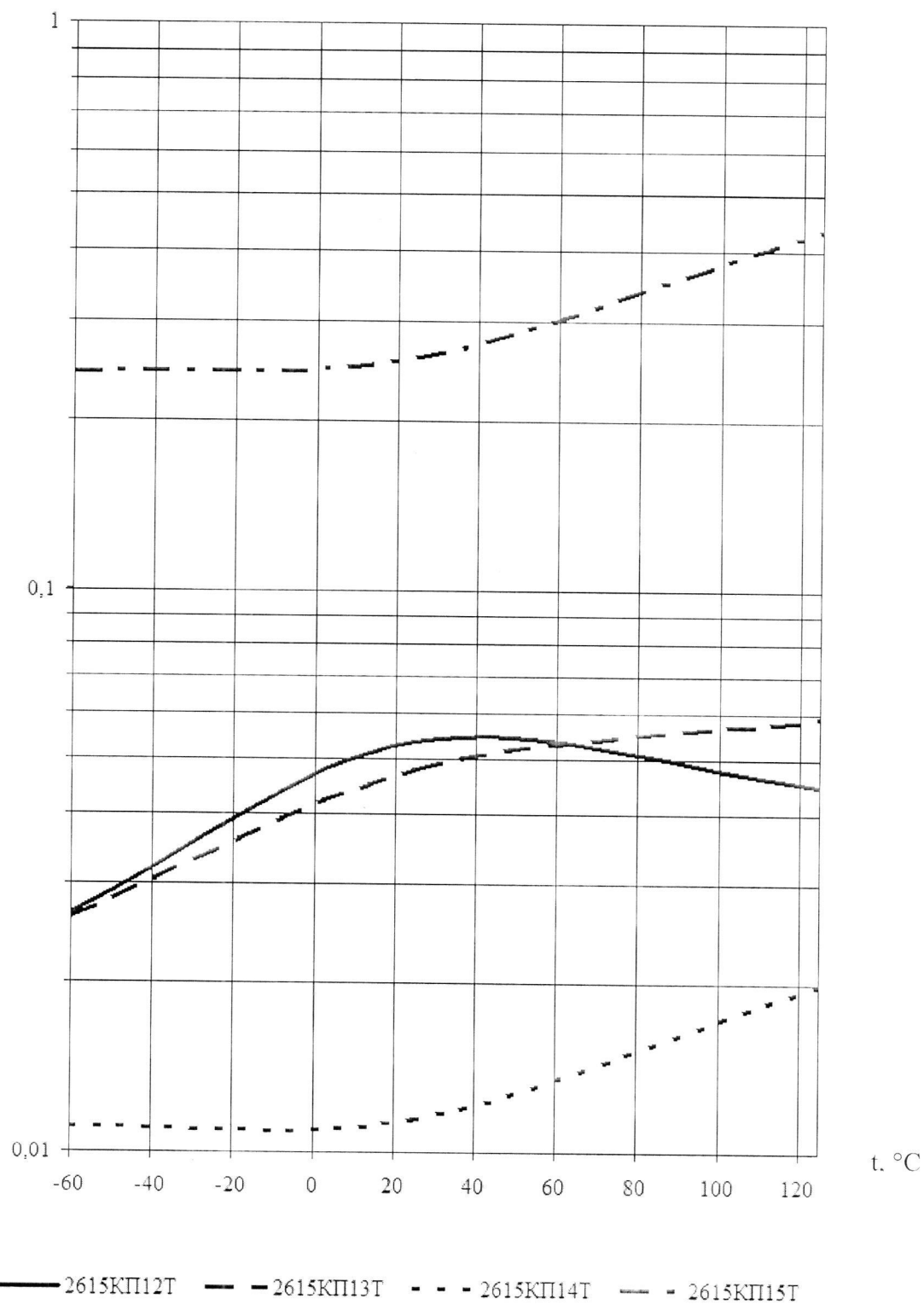


Рисунок 7 – Зависимость выходного сопротивления в открытом состоянии от температуры

Изм. № подл.	Подп. и дата
Изм. № дубл.	Взам. инв. №
Изм. № инв. №	Подп. и дата
Изм. № инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

КЕНС.431156.191 РЭ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата



- $U_{\text{ком}} = 100\text{В}$ для 2615КП12Т, 2615КП13Т, 2615КП14Т;
- $U_{\text{ком}} = 600\text{В}$ для 2615КП15Т

U_{ост.ст}, В

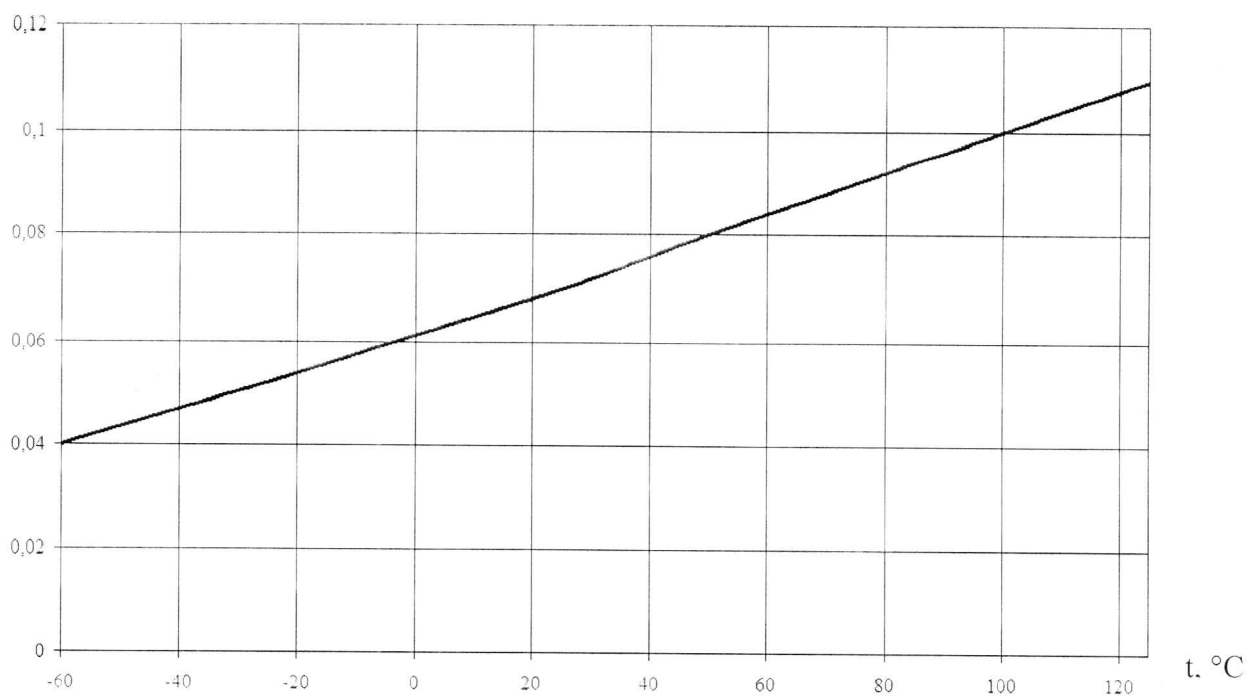


Рисунок 9 – Типовая зависимость выходного остаточного напряжения от температуры на выходе статус при токе 2,0 мА

I_{вых.ст}, мА

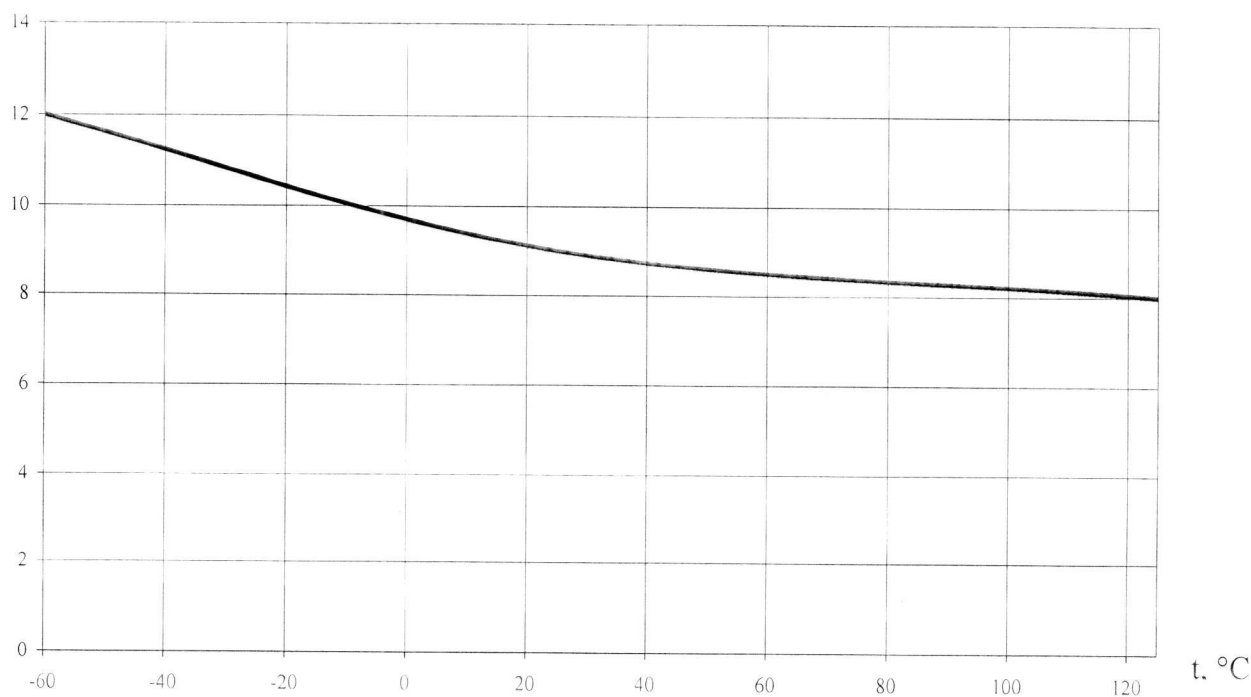


Рисунок 10 – Зависимость выходного тока статуса от температуры при U_{вых.ст} = 0,4В.

Инт. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата
Инт. № дубл.			
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.
Дата			

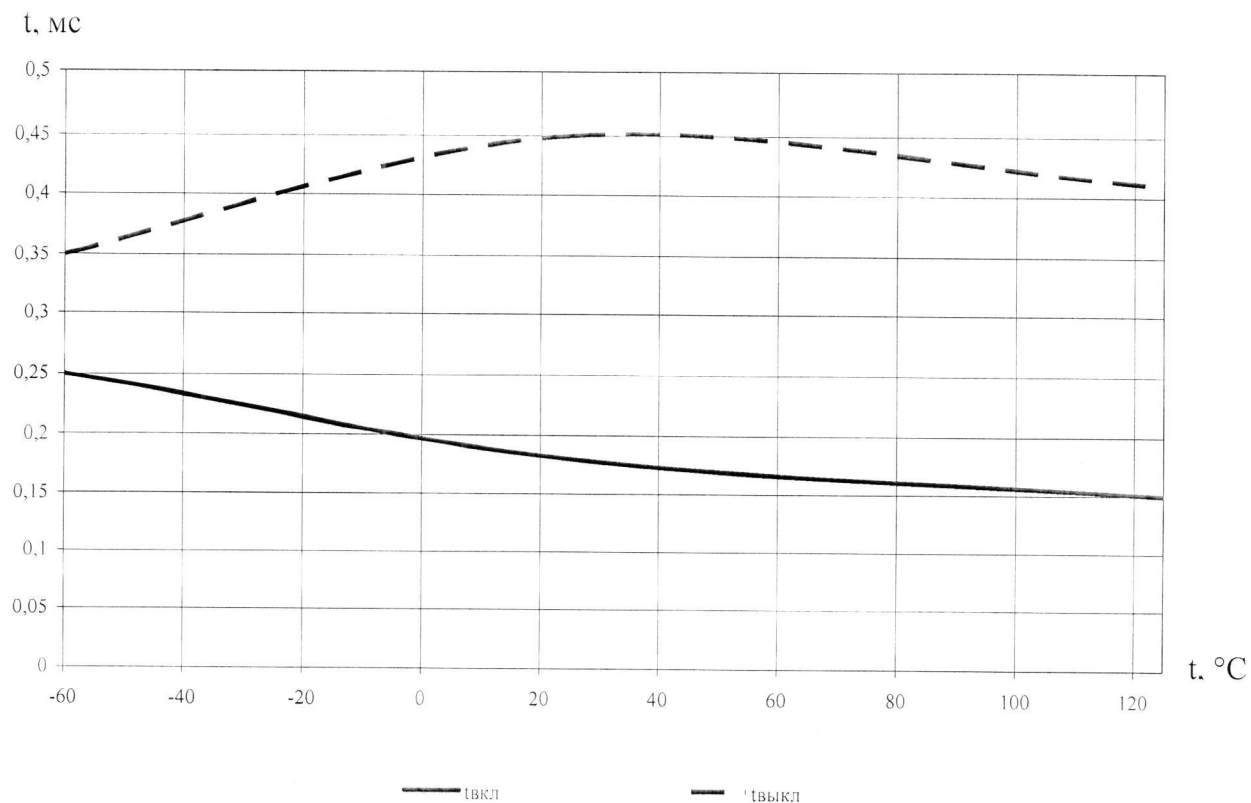


Рисунок 11 – Зависимость времени включения и выключения выхода статус от температуры

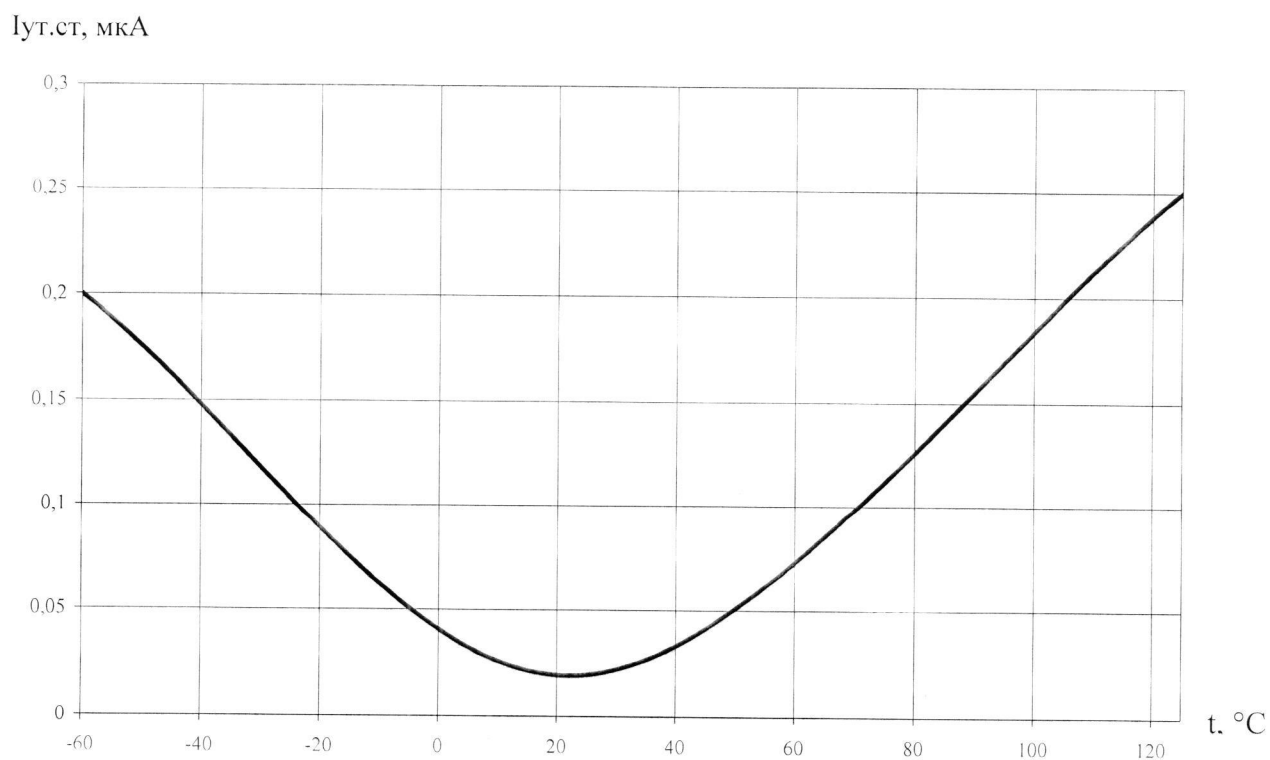


Рисунок 12 – Зависимость тока утечки от температуры на выходе статус при $U_{\text{вых.ст}} = 15 \text{ В}$

Инт. № инв.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Инт. № дубл.	
Подп. и дата	
Инт. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Ikом, А

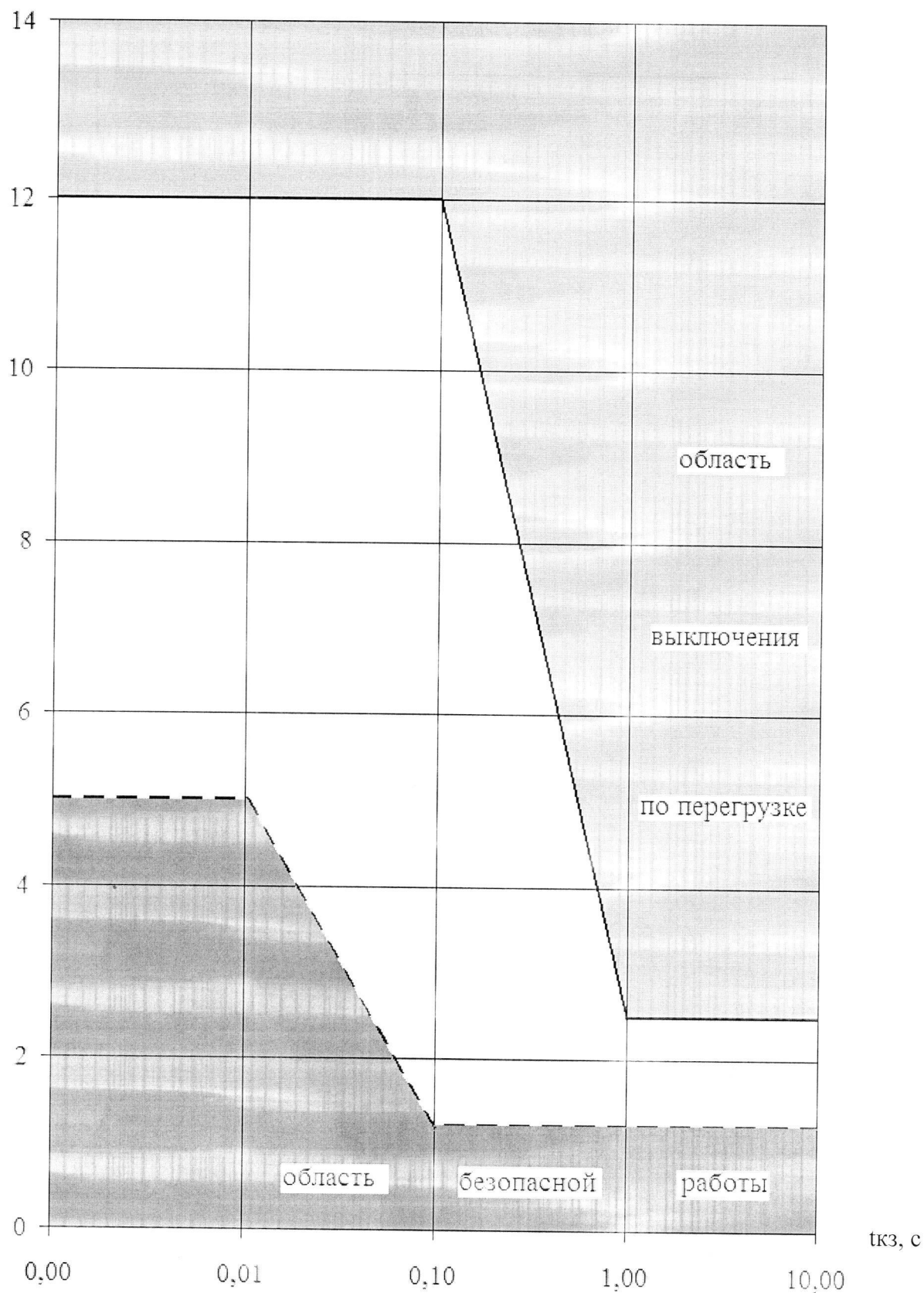


Рисунок 13 – Зависимость величины коммутируемого тока от времени срабатывания защиты от перегрузки и область безопасной работы для микросборок 2615КП12Т, 2615КП15Т

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.
Дата			

И_{ком}, А

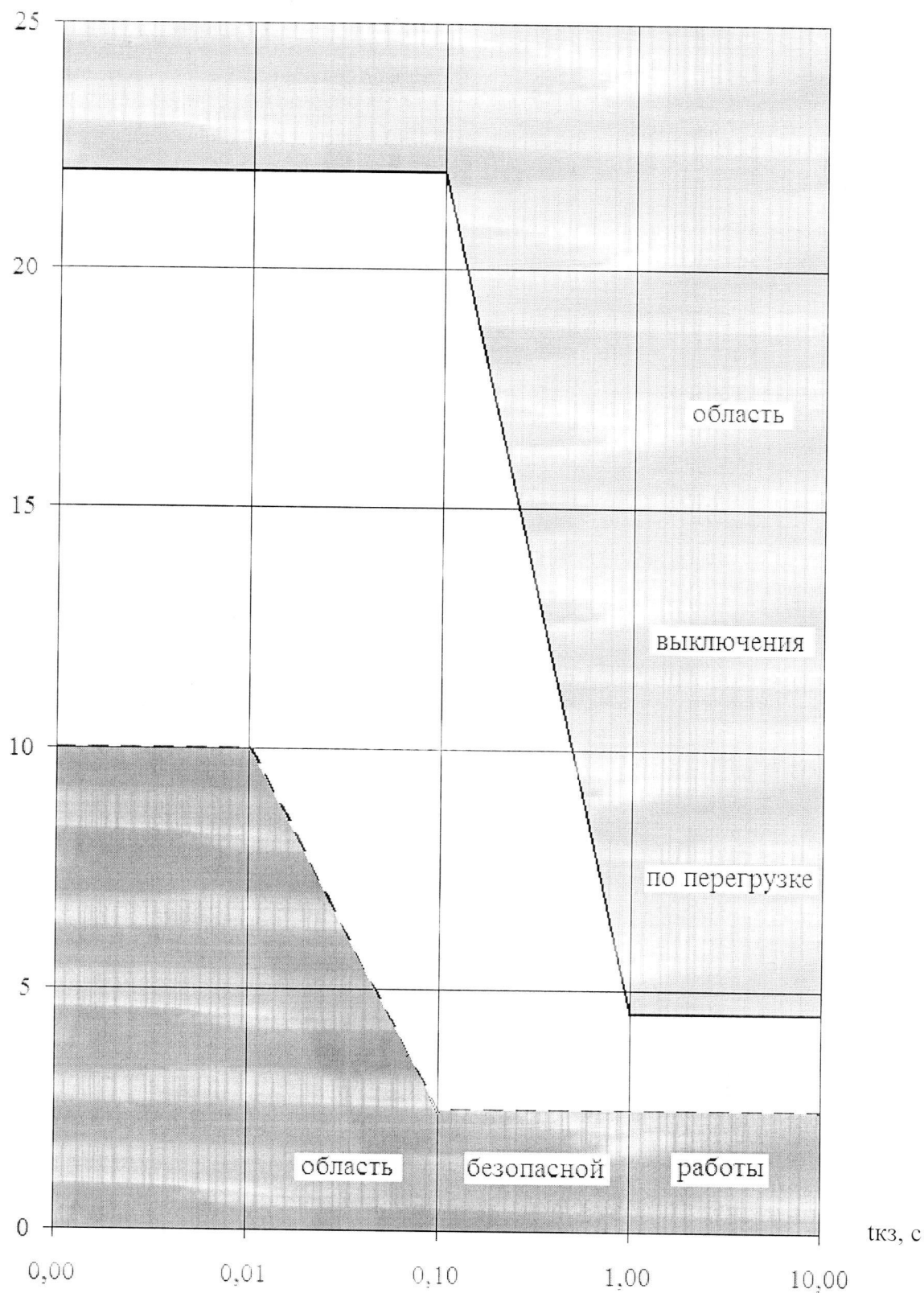


Рисунок 14 – Зависимость величины коммутируемого тока от времени срабатывания защиты от перегрузки и область безопасной работы для микросборок 2615КП13Т

Инв. № подл	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Зам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
----	------	----------	-------	------

КЕНС.431156.191 РЭ

Лист

15

Иком, А

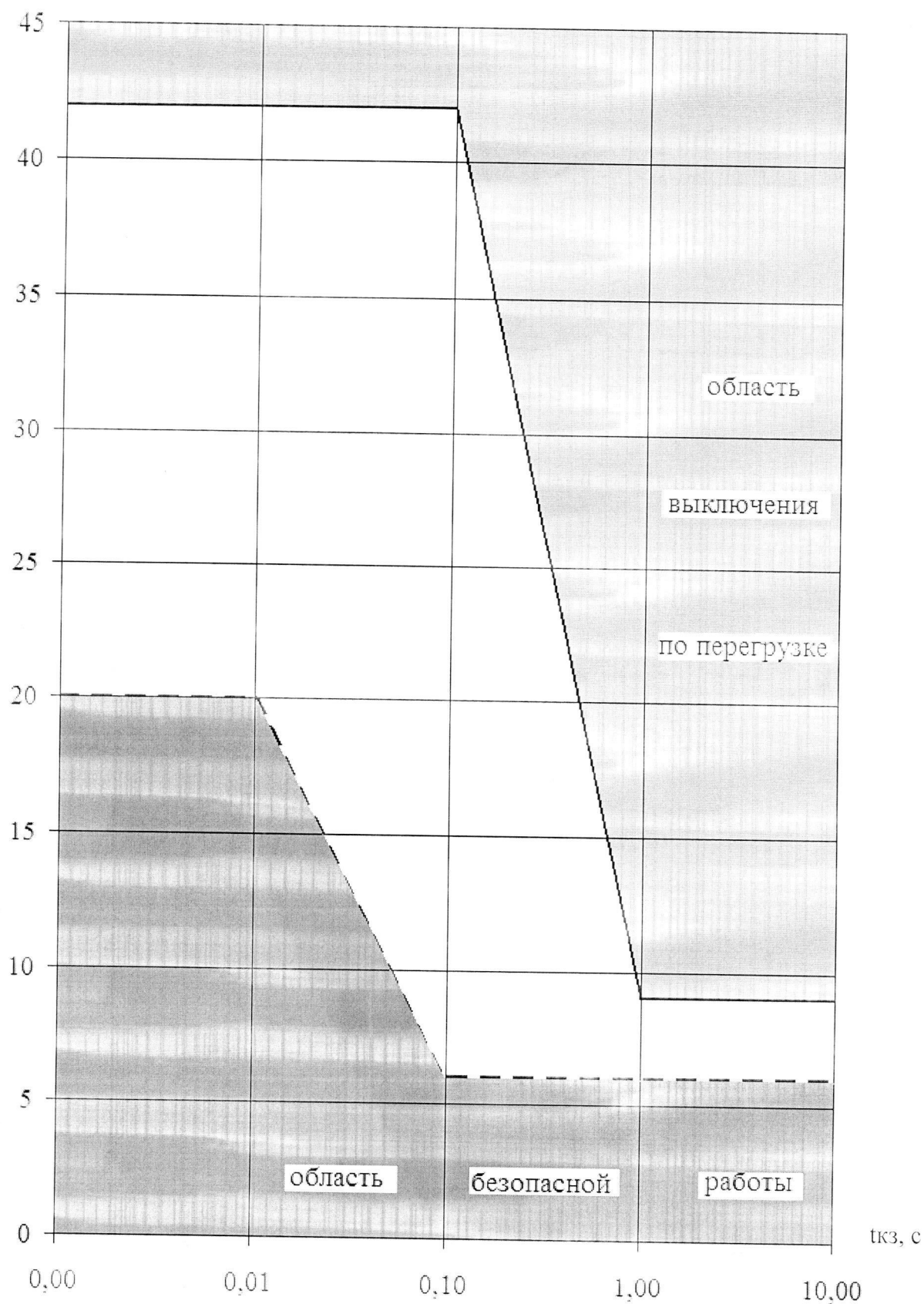


Рисунок 15 – Зависимость величины коммутируемого тока от времени срабатывания защиты от перегрузки и область безопасной работы для микросборок 2615КП14Т

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
----	------	----------	-------	------

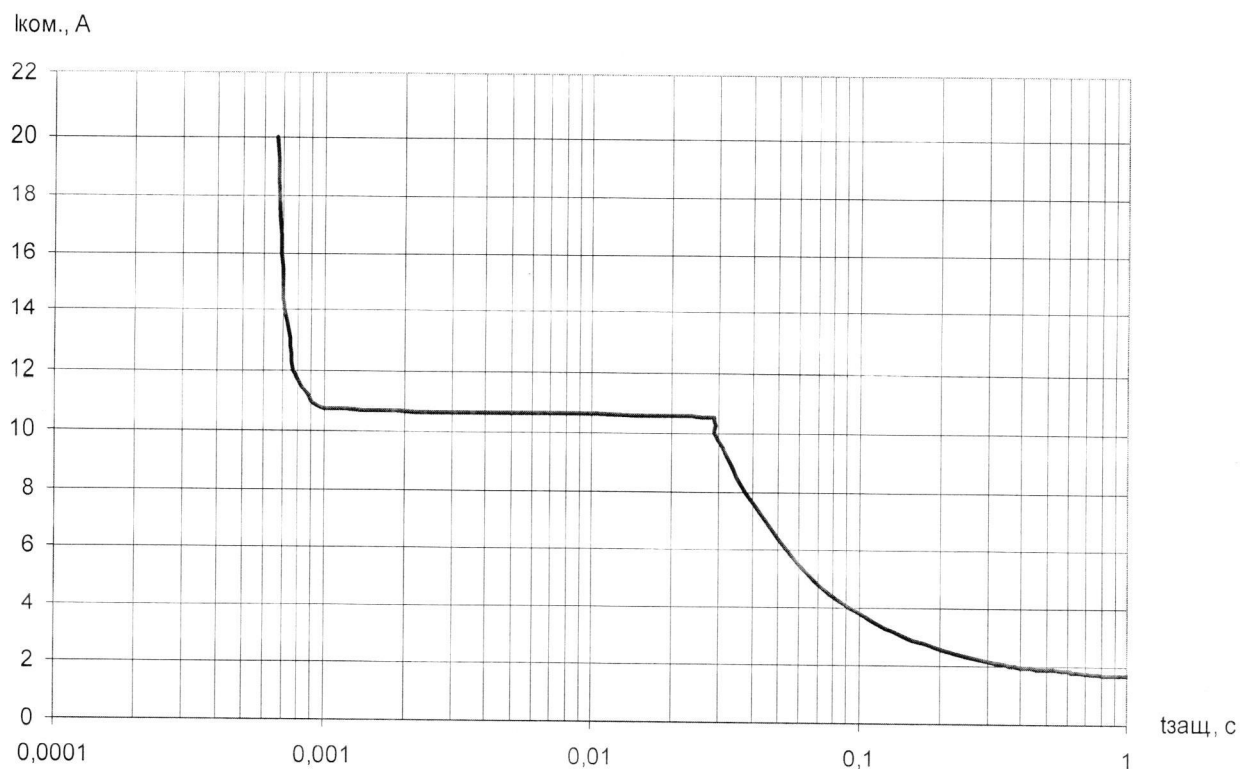


Рисунок 16 – Типовая зависимость коммутируемого тока перегрузки от длительности перегрузки микросборки 2615КП12Т, 2615КП15Т

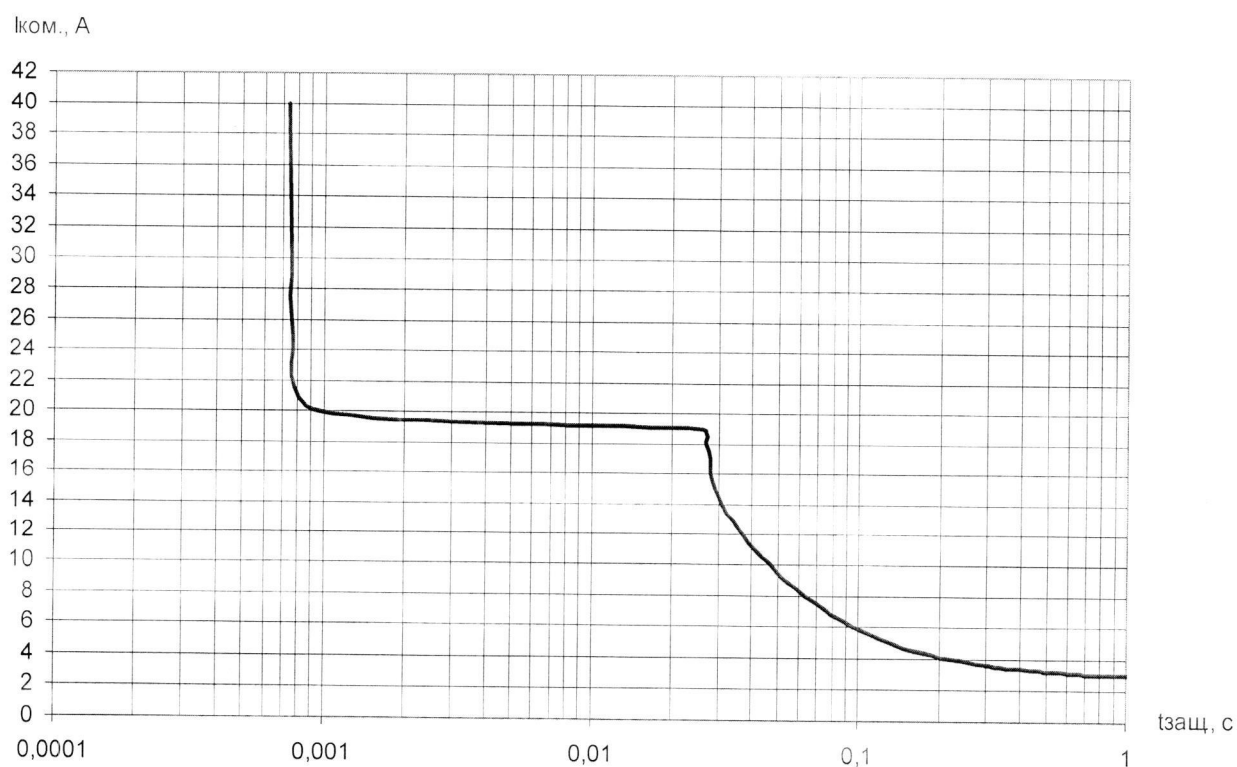


Рисунок 17 – Типовая зависимость коммутируемого тока перегрузки от длительности перегрузки микросборки 2615КП13Т

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

КЕНС.431156.191 РЭ

Лист

17

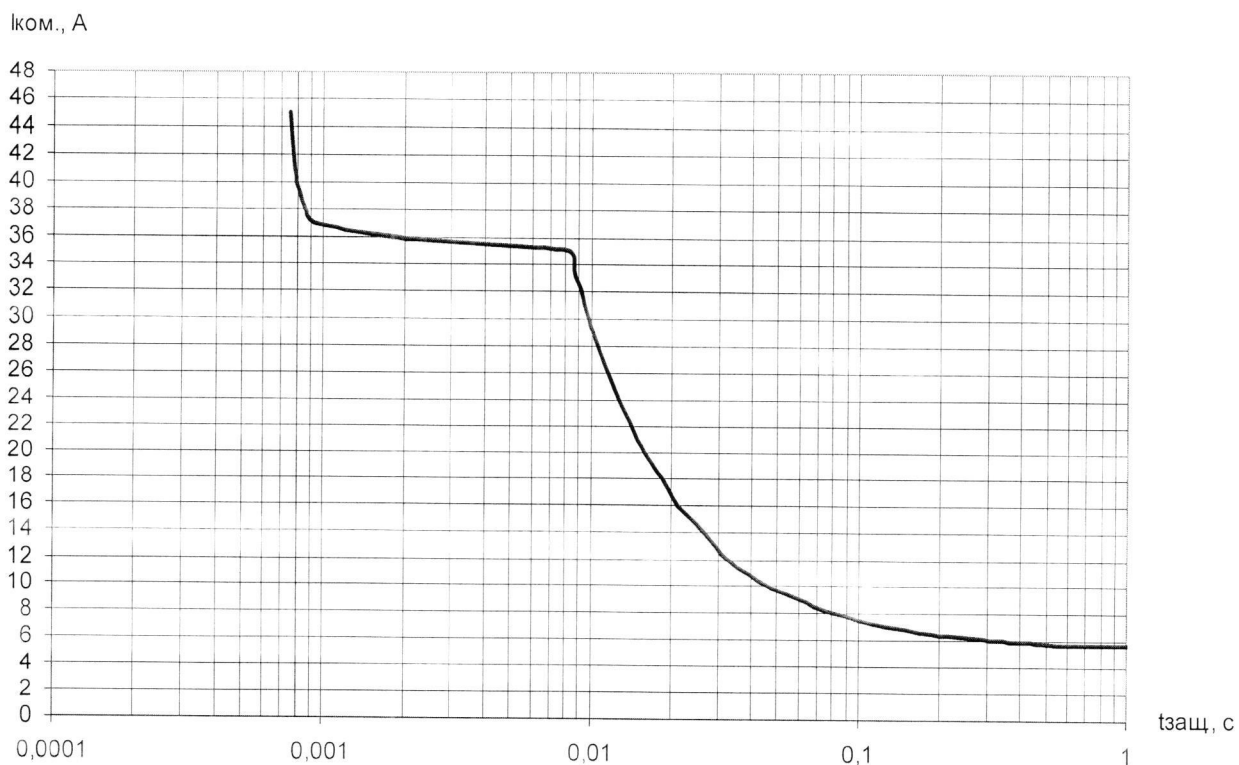


Рисунок 18 – Типовая зависимость коммутируемого тока перегрузки от длительности перегрузки микросборки 2615КП14Т

3 Диаграммы измерения динамических параметров микросборки

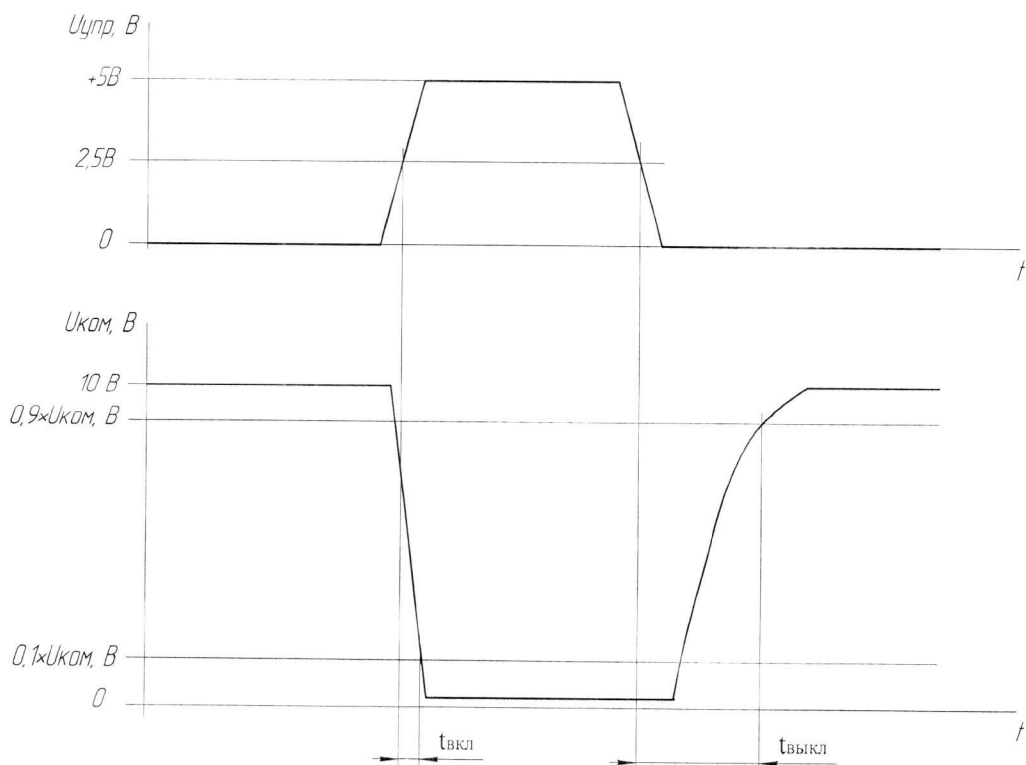


Рисунок 19 – Временная диаграмма измерения времени включения $t_{вкл}$ и времени выключения $t_{выкл}$ выхода.

Инов. № подл	Подп. и дата	Инов. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

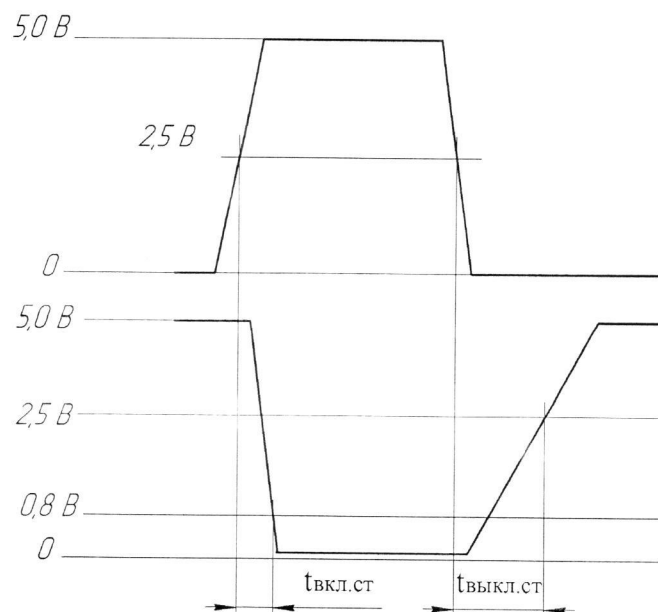
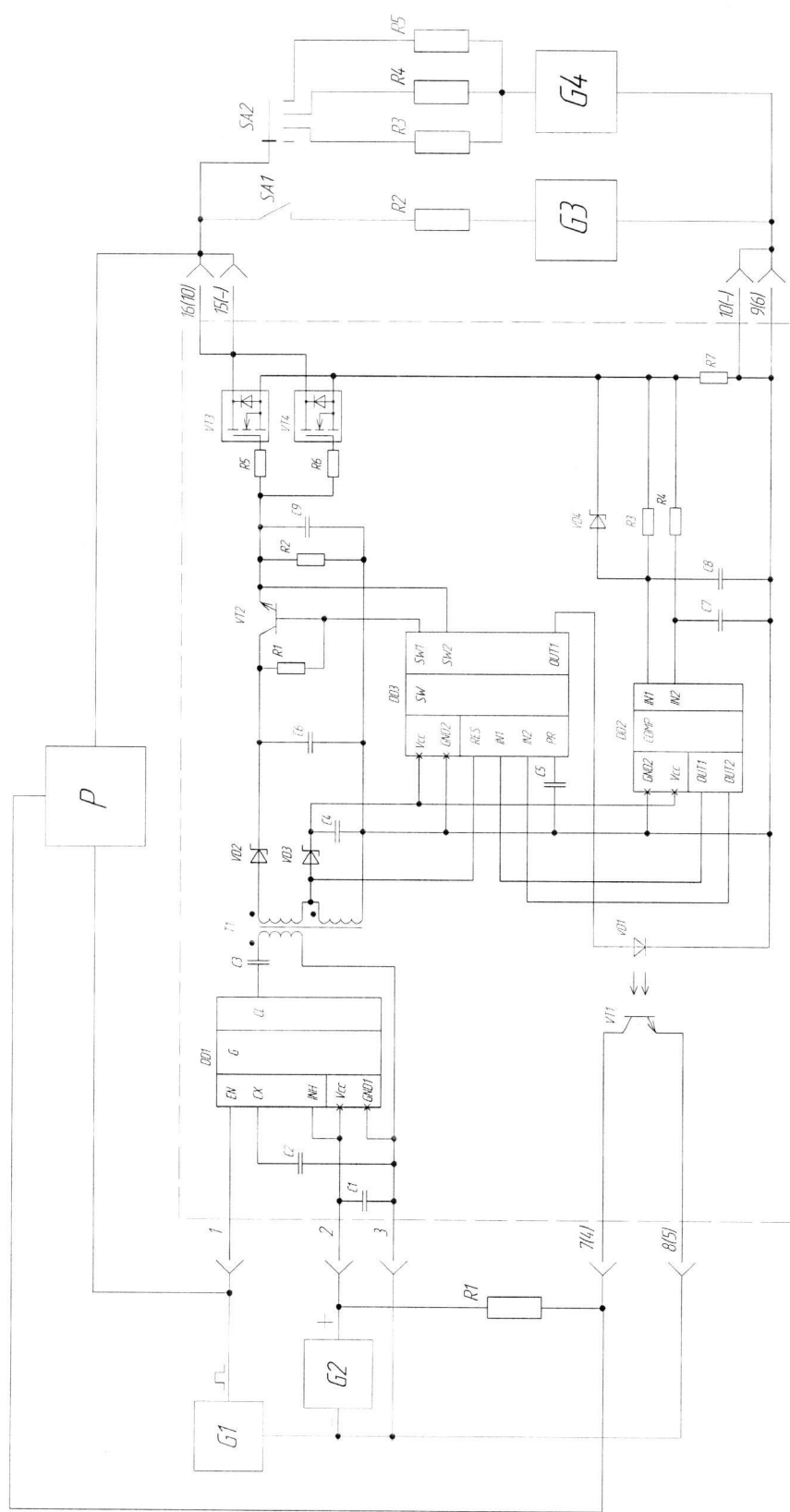


Рисунок 20 – Временная диаграмма измерения времени включения $t_{\text{вкл.ст}}$ и времени выключения $t_{\text{выкл.ст}}$ выхода статус.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
КЕНС.431156.191 РЭ				Лист
				19

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Интв. № подл.	Взам. интв. №	Интв. № дубл.	Подп. и дата



G1 – генератор импульсов $t_{\text{вх.и}} = 5,0 \text{ мс}$, $U_{\text{вх.и}} = 5,0 \text{ В}$;
G2 – источник постоянного напряжения $U_{\text{пит}} = 5,0 \text{ В}$;
G3 – источник постоянного напряжения $U_{\text{ком}} = 10 \text{ В}$;
G4 – источник постоянного напряжения $U_{\text{ком}} = 3,0 \text{ В}$;

R1 – резистор $4,7 \text{ кОм} \pm 5\%$; R2 – резистор $51 \text{ Ом} \pm 5\%$; R3 – резистор $6,2 \text{ Ом} \pm 5\%$ 10Вт для микросборок 2615КП12Т, 2615КП15Т;
R4 – резистор $3,0 \text{ Ом} \pm 5\%$ 10Вт для микросборки 2615КП13Т, R4 – резистор $1,2 \text{ Ом} \pm 5\%$ 15Вт для микросборки 2615КП14Т

Рисунок 21 – Схема измерения времени включения $t_{\text{вкл}}$ и времени выключения $t_{\text{выкл}}$

5 Общее описание микросборок

5.1 Краткая информация по функционированию микросборок

Микросборки предназначены для использования в блоках питания постоянного тока, устройствах силового привода, комплексах бортового оборудования электронной аппаратуры специального назначения разрабатываемых и модернизируемых образцов ВВТ.

Микросборки 2615КП12Т, 2615КП13Т изготавливают в металlostеклянном корпусе КЕНС.431156.191ГЧ, микросборки 2615КП14Т, 2615КП15Т изготавливают в металlostеклянном корпусе КЕНС.431156.193ГЧ пригодном для ручного монтажа аппаратуры.

В микросборку установлен кристалл схемы управления трансформатором, импульсный трансформатор, кристалл КМОП интегральной схемы диагностики и защиты, кристалл выходной бескорпусной КМОП интегральной схемы управления выходным коммутатором, подключенной к затворам выходных ключевых ДМОП транзисторов, транзисторной оптопары для формирования гальванически развязанного сигнала статуса выхода. Питание выходной логики микросборки осуществляется с помощью гальванически изолированного DC-DC преобразователя питания, выполненного на одноканальном драйвере трансформатора и импульсном трансформаторе. Питание микросборок осуществляется от одного источника питания $U_{пит.} = +5В \pm 20\%$. Порядок подачи напряжения на микросборку: сперва подаётся на напряжение на вход питания микросборки (вывод 2, 3) затем на вход управления (вывод 1). Порядок снятия напряжения со входа микросборки: сперва снять напряжение со входа управления (вывод 1) затем с входа питания микросборки (вывод 2, 3). Управление затворами транзисторов так и питание выходной логики осуществляется через импульсный трансформатор. Сигнал «Статус» состояния нагрузки осуществляется через транзисторную оптопару. Вся микросборка обеспечивает напряжение изоляции вход-выход не менее 1000 В, относительно основания не более 500 В.

Выход ключевых ДМОП транзисторов микросборки установлена схема формирования сигнала «Статус» нагрузки и схему защиты от перегрузки по току.

Вход управления микросборки может управляться от ТТЛ/КМОП логики.

Рекомендуемая максимальная частота по входу управления не должна превышать 10 Гц.

Алгоритм функционирования схемы защиты коммутатора от перегрузки и формирования статуса коммутатора представлен на рисунке 22.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Изм. № дубл.	Взм. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

КЕНС.431156.191 РЭ

Лист

21

5.2 Режим низкого потребления в состоянии «Выключено»

При подаче на вход EN лог. «0» выключает генератор, встроенного в микросборку, схемы управления трансформатором. В состоянии «Выключено» питание не передаётся на выходную логику и затворы ДМОП транзисторов через изолирующий барьер.

5.3 Защита выхода от перегрузки по току

В микросборке для защиты выходных ключевых ДМОП транзисторов используется 2 механизма защиты от чрезмерного протекания входного тока и соответственно рассеиваемой мощности:

1. Мгновенное отключение нагрузки выходных ключевых ДМОП транзисторов от тока короткого замыкания. Быстродействие срабатывания защиты не менее 0,9 мс (типовое), см. рисунки 16 - 18.

2. Временное срабатывание защиты от перегрузки по току свыше номинального коммутируемого тока, см. рисунки 16 - 18.

Алгоритм срабатывания защиты микросборки поясняется на рисунке 22. В режиме срабатывания защиты срабатывает режим защёлки (шунтирования) затворов выходных ключевых ДМОП транзисторов на землю. Повторное включение выхода микросборки обеспечивается путём перевода входа управления (вывод 1) сначала в лог. "0", а затем через 100 мс повторным включением, путём подачи на вход управления лог. "1" выход микросборки ключевых ДМОП транзисторов должен перейти в открытое состояние.

Во избежание ложного срабатывания защиты необходимо учитывать характер нагрузки и броски тока в процессе включения, например:

- электродвигатели: в $2 \div 3$ раза больше номинального тока в течение $0,2 \div 0,5$ с при этом импульсный ток может иметь колебательный характер в момент включения и выключения;
- активные (например ТЭН) нагрузки дают скачок тока в $1,5 \div 2$ раза в течение $0,2 \div 0,5$ с;
- емкостные нагрузки в $2 \div 10$ раз больше номинального в течение времени от десятков микросекунд до десятков миллисекунд.

При работе микросборки на ёмкостную нагрузку необходимо предусмотреть цепи защиты от скачков коммутируемых импульсных токов в момент включения выхода, путём введения в коммутируемую цепь токоограничивающего резистора или индуктивности. В последнем случае импульсный ток будет иметь колебательный характер.

5.4 Динамические характеристики микросборки

Измерение времени включения и выключения выхода ключевых ДМОП транзисторов и схемы статуса проводят с помощью измерительной схемы показанной на рисунке 22.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Инд. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
----	------	----------	-------	------

КЕНС.431156.191 РЭ

Лист

23

Время измерения динамических характеристик включения $t_{вкл}$ и выключения $t_{выкл}$ выполняется путём замыкания тумблера SA1. При этом тумблер SA2 находится в крайнем левом положении, согласно рисунку 21.

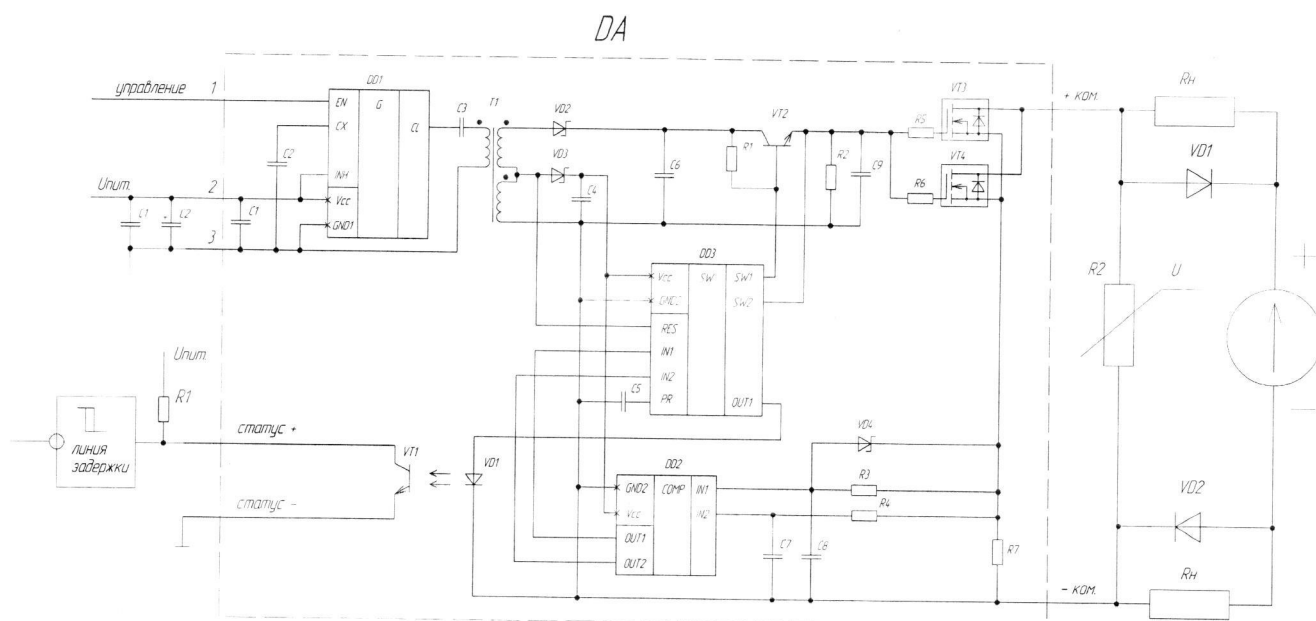
Время измерения динамических характеристик включения схемы статус $t_{вкл.ст}$ и выключения $t_{выкл.ст}$ выполняется путём размыкания тумблера SA1 и замыканием тумблера SA2 резистора, соответствующего типу микросборки.

Временные диаграммы измерения согласно рисункам 19, 20.

6 Информация по применению микросборки

Микросборки 2615КП12Т, 2615КП13Т, 2615КП14Т, 2615КП15Т предназначены для использования в качестве полупроводникового коммутатора с гальванической развязкой, контролем статуса выхода и защитой от КЗ и перегрузки в аппаратуре специального назначения.

На рисунке 23 показана обобщённая схема подключения микросборки.



Рекомендуемые параметры радиоэлементов:

C1 – конденсатор 0,1 мкФ $\pm 20\%$;

C2 – конденсатор 1,0 мкФ $\pm 20\%$;

R1 – резистор 33 кОм $\pm 5\%$;

R2 – варистор

R_n – нагрузка (подключается к верхнему или нижнему плечу).

VD1, VD2 – защитный диод (супрессор) выбирается из условия не более максимального коммутируемого напряжения.

Рисунок 23 – Обобщённая схема включения микросборки

При коротких линиях питания (не более 5 см) допускается не устанавливать конденсатор С2. Во избежание нестабильного включения рекомендуется включать на выходе «Статус» цепь задержки порядка 150 мкс - 400 мкс, например использовать триггер Шмидта, RC-цепь.

7 Требования монтажа

Допустимое значение статического потенциала – не более 2 000 В.

Монтаж микросборок, формовка и пайка выводов – с учетом конструктивного исполнения по ГОСТ РВ 20.39.412 и ГОСТ 29137.

Формовка выводов должна производиться с радиусом изгиба не менее двух диаметров вывода. Участок вывода на расстоянии 5 мм от тела корпуса не должен подвергаться изгибающим и крутящим усилиям и деформациям.

В процессе операций формовки и обрезки не допускаются сколы и насечки стекла и керамики в местах заделки выводов в тело корпуса и деформация корпуса.

При монтаже (пайке) не используемые выводы, а так же используемые во избежание потери герметичности торцы выводов микросборки должны быть покрыты припоем.

Монтаж микросборок проводить только в обесточенном состоянии.

Порядок подачи при включении микросборки: сначала подают напряжение на питание микросборки затем на вход управления.

Порядок снятия напряжения с микросборки: сначала снимают напряжение со входа управления затем питание микросборки.

Микросборки не пригодны для монтажа в аппаратуре методом групповой пайки.

Допускается производить монтаж паяльником при температуре не выше $(280 \pm 5)^\circ\text{C}$ продолжительностью не более 3 с.

Расстояние от корпуса до места пайки должно быть не менее 5 мм, если не приняты меры дополнительного теплоотвода в процессе пайки.

Допускается крепить более одной микросборки на общий радиатор или другую металлическую поверхность используемую в качестве теплоотвода.

Для лучшего теплового контакта необходимо между металлическим основанием корпуса микросборок и радиатором наносить кремнийорганическую теплопроводную пасту КТП-8 ГОСТ 19783 или аналогичную с теплопроводностью не менее $0,9 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Не рекомендуется крепить основание корпуса микросборки непосредственно на печатную плату. В этом случае при эксплуатации микросборок между корпусом и печатной платой необходимо установить алюминиевую подложку толщиной не менее 1,0 мм и площадью не менее 6400 мм^2 (рекомендуемые размеры подложки не менее $80 \times 80 \text{ мм}$).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	КЕНС.431156.191 РЭ					Лист
										25

Конструкция микросборки не предназначена для пайки к теплоотводу, в том числе методом поверхностного монтажа.

Соединения и компоненты одной изоляционной стороны не должны пересекаться с другой во избежание нарушения гальванической изоляции.

Электрическая прочность изоляции при эксплуатации микросборок в составе аппаратуры обеспечивается при покрытии микросборки тремя слоями лака ЭП-730 по ГОСТ 20824-81 или УР-231 по ТУ6-21-14-90.

8 Тепловые режимы микросборки

Расчёт предельно-допустимого коммутируемого тока проводится с учетом тепловых сопротивлений:

- R_{TK-O} корпус - окружающая среда - $30\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$,
- R_{TK-K} кристалл - корпус $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$,
- средняя теплоемкость – $70\text{ Дж}/^{\circ}\text{C}$.

8.1 Расчет теплоемкости

Определяют количество теплоты, сообщенное микросборке:

$$dQ = P_{\text{РАС}} \cdot dt = I_{\text{КОМ}}^2 \cdot R_{\text{ОТК}} \cdot dt, \text{ Дж} \quad (1)$$

где $P_{\text{РАС}}$ – мощность рассеиваемая микросборкой;
 dt – продолжительность нахождения в электрическом режиме;
 $I_{\text{КОМ}}$ – коммутируемый ток;
 $R_{\text{ОТК}}$ – сопротивление в открытом состоянии.

Устанавливают теплоемкость микросборки:

$$C = dQ / dT, \text{ Дж/кг} \quad (2)$$

где dT – температура разогрева микросборок при протекании коммутируемого тока.

8.2 Расчёт предельно-допустимого коммутируемого тока проводится по формуле (без использования радиатора):

$$I_{\text{КОМ}} = \sqrt{\frac{T_{P-N} - T_O}{R_{TK-O} \cdot R_{OTK}}}, \text{ А} \quad (3)$$

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
----	------	----------	-------	------

где T_{P-N} - предельная температура кристаллов микросборки, °C;

T_O - температура окружающей среды, °C;

R_{OTK} - сопротивление в открытом состоянии выхода микросборки, Ом;

R_{TK-O} - тепловое сопротивление кристалл - окружающая среда, °C/Вт

При этом температура корпуса рассчитывается по формуле:

$$T_{КОРП} = I_{КОМ}^2 \cdot R_{ОТК} \cdot R_{TK-O} + T_O, \text{ °C} \quad (4)$$

В случае если корпус микросборки будет крепиться к радиатору, тогда при конвекционном потоке воздуха:

$$R_{TK-O} = R_{TK-K} + R_{TK-P} + R_{TP-O}, \text{ °C/Вт} \quad (5)$$

где R_{TK-K} - тепловое сопротивление кристалл-корпус, °C/Вт

R_{TK-P} - тепловое сопротивление корпус-радиатор, °C/Вт;

R_{TP-O} - тепловое сопротивление радиатор-среда, °C/Вт.

При этом температура корпуса рассчитывается по формуле:

$$T_{КОРП} = \frac{T_{P-N} \cdot R_{TP} + T_O \cdot R_{TK-K}}{R_{TP} + R_{TK-K}}, \text{ °C} \quad (6)$$

где $R_{TP} = R_{TK-P} + R_{TP-O}$.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	КЕНС.431156.191 РЭ					
						Лист				
						27				

Лист регистрации изменений

[illegible]