

SystemePLC S250

Версия ПО

CODESYS: V3.5 SP11 Patch 6 (64 bit)

Версия ОС: Windows 11 Pro (21H2)

Версия PLC

SM252MESC SM253CE10

Версия firmware: 1.04

Как рассчитать энергопотребление контроллера серии SM250?

Прежде чем перейти к непосредственному расчёту энергопотребления выполним ряд подготовительных операций, допущений и пояснений.

1. Нам потребуется информация по потреблению тока в цепях 24В и 5В представленная в каталоге.

Потребление по внутренней шине 5В DC

Референс	Выходной ток	Потребляемый ток
SM252MESC	1600mA	—
SM253CE10	1600mA	—
SM3XRT1	1600mA	—
SM3DI8	—	60mA
SM3DI16	—	80mA
SM3DI32	—	130mA
SM3DQ8T	—	70mA
SM3DQ16T	—	120mA
SM3DQ32T	—	210mA
SM3DQ8R	—	45mA
SM3DQ16R	—	60mA
SM3AI4	—	50mA
SM3AI8C	—	30mA
SM3AI8V	—	30mA
SM3AQ4	—	40mA
SM3AQ8	—	40mA
SM3AM6	—	50mA
SM3TI4TC	—	50mA
SM3TI8TC	—	50mA
SM3TI4RTD	—	50mA
SM3TI8RTD	—	50mA
SM3HSIC2	—	100mA
SM3PHSO4	—	100mA

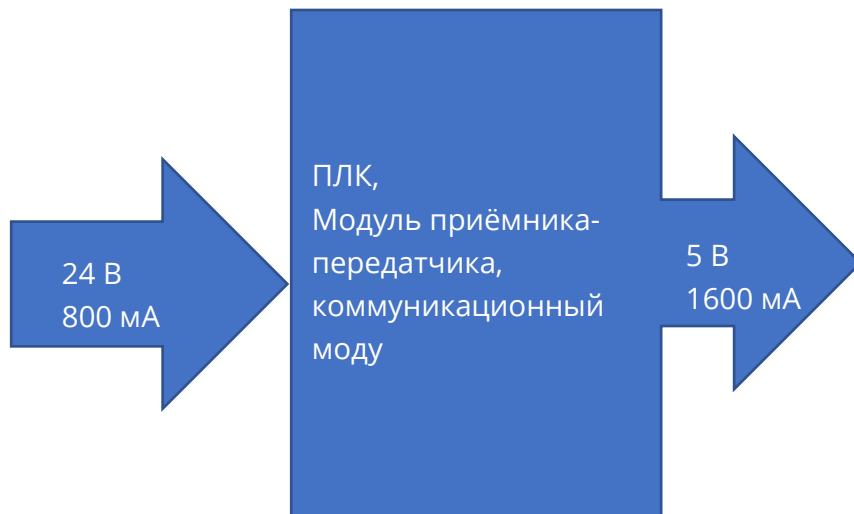
Потребление шины при внешнем питании 24В DC

Референс	Выходной ток	Потребляемый ток
SM3PWR2	2000mA	—
SM252MESC	—	800mA
SM253CE10	—	800mA
SM3XRT1	—	800mA
SM3DI8	—	—
SM3DI16	—	—
SM3DI32	—	—
SM3DQ8T	—	50mA
SM3DQ16T	—	95mA
SM3DQ32T	—	180mA
SM3DQ8R	—	64mA
SM3DQ16R	—	130mA
SM3AI4	—	65mA
SM3AI8C	—	50mA
SM3AI8V	—	50mA
SM3AQ4	—	110mA
SM3AQ8	—	200mA
SM3AM6	—	110mA
SM3TI4TC	—	50mA
SM3TI8TC	—	50mA
SM3TI4RTD	—	60mA
SM3TI8RTD	—	80mA
SM3HSIC2	—	—
SM3PHSO4	—	100mA

Необходимо заметить, что приведённые значения являются расчётными и максимально возможными.

- Рассмотрим структуру энергопотребления процессорного модуля, модуля приёмника/передатчика и коммуникационного модуля.

Питание процессорного модуля, модуля приёмника/передатчика и коммуникационного модуля осуществляется от источника напряжения 24В. В тоже время перечисленные модули формируют питание для модулей расширения подключаемые к внутренней шине расширения с напряжением 5В. Согласно информации из каталога, общее потребление модулей составляет 800 мА от источника питания 24В. Это значение потребления включает в себя как собственное потребление процессорного модуля, модуля приёмника/передатчика и коммуникационного модуля, так и ток питания модулей расширения по внутренней шине с напряжением 5В. Максимально допустимый ток питания для внутренней шины расширения составляет 1600mA. Схематично это можно изобразить следующим образом.



Для удобства понимания и дальнейшего расчёта следует перейти от значений тока потребления к мощности потребления.

- Общую мощность $P_{об}$ потребления процессорного модуля, модуля приёмника/передатчика и коммуникационного модуля можно рассчитать следующим образом:

$$P_{об} = I_{24} * V_{24} = 0,8 * 24 = 19,2 \text{ Вт};$$

где I_{24} – ток потребления (800 мА) от источника питания с напряжением 24В взятый из каталога,
 V_{24} – напряжение питания (24 В) процессорного модуля, модуля приёмника/передатчика и коммуникационного модуля.

- Мощность $P_{ш}$ источника питания 5В для питания модулей расширения по внутренней шине:

$$P_{ш} = I_5 * V_5 = 1,6 * 5 = 8 \text{ Вт};$$

где I_5 – максимально допустимый ток питания по внутренней шине 5В для модуля процессора, модуля приёмника/передатчика и коммуникационного модуля,
 V_5 – напряжение питания 5В для питания модулей расширения по внутренней шине.

- Собственное энергопотребление P_c процессорного блока, модуля приёмника/передатчика и коммуникационного модуля (без учета потребления модулей расширения) будет рассчитано следующим образом:

$$P_c = P_{об} - P_{ш} = 19,2 - 8 = 11,2 \text{ Вт};$$

где $P_{об}$ – общее энергопотребление процессорного блока, модуля приёмника/передатчика и коммуникационного модуля

$P_{\text{ш}}$ – мощность внутреннего источника питания 5В для питания модулей расширения по внутренней шине расширения.

6. Всё описанное и рассчитанное ранее можно обобщить в таблицу:

Заказной номер	Внешнее питание 24В				Напряжение питания 5В внутренней шины			
	Входной ток, мА	Мощность потребления, Вт	Выходной ток, мА	Выходная мощность, Вт	Входной ток, мА	Мощность потребления, Вт	Выходной ток, мА	Выходная мощность, Вт
SM3PWR2	—	—	2000	48	—	—	—	—
SM252MESC	800 (467)*	19,2 (11,2)*	—	—	—	—	1600	8
SM253CE10	800 (467)*	19,2 (11,2)*	—	—	—	—	1600	8
SM3XRT1	800 (467)*	19,2 (11,2)*	—	—	—	—	1600	8
SM3BCEC	800 (467)*	19,2 (11,2)*	—	—	—	—	1600	8
SM3BCPN	800 (467)*	19,2 (11,2)*	—	—	—	—	1600	8
SM3DI8	—	—	—	—	60	0,3	—	—
SM3DI16	—	—	—	—	80	0,4	—	—
SM3DI32	—	—	—	—	130	0,65	—	—
SM3DQ8T	50	1,2	—	—	70	0,35	—	—
SM3DQ16T	95	2,28	—	—	120	0,6	—	—
SM3DQ32T	180	4,32	—	—	210	1,05	—	—
SM3DQ8R	64	1,54	—	—	45	0,225	—	—
SM3DQ16R	130	3,12	—	—	60	0,3	—	—
SM3AI4	65	1,56	—	—	50	0,25	—	—
SM3AI8C	50	1,2	—	—	30	0,15	—	—
SM3AI8V	50	1,2	—	—	30	0,15	—	—
SM3AQ4	110	2,64	—	—	40	0,2	—	—
SM3AQ8	200	4,8	—	—	40	0,2	—	—
SM3AM6	110	2,64	—	—	50	0,25	—	—
SM3TI4TC	50	1,2	—	—	50	0,25	—	—
SM3TI8TC	50	1,2	—	—	50	0,25	—	—
SM3TI4RTD	60	1,44	—	—	50	0,25	—	—
SM3TI8RTD	80	1,92	—	—	50	0,25	—	—
SM3HSIC2	—	—	—	—	100	0,5	—	—
SM3PHSO4	100	2,4	—	—	100	0,5	—	—

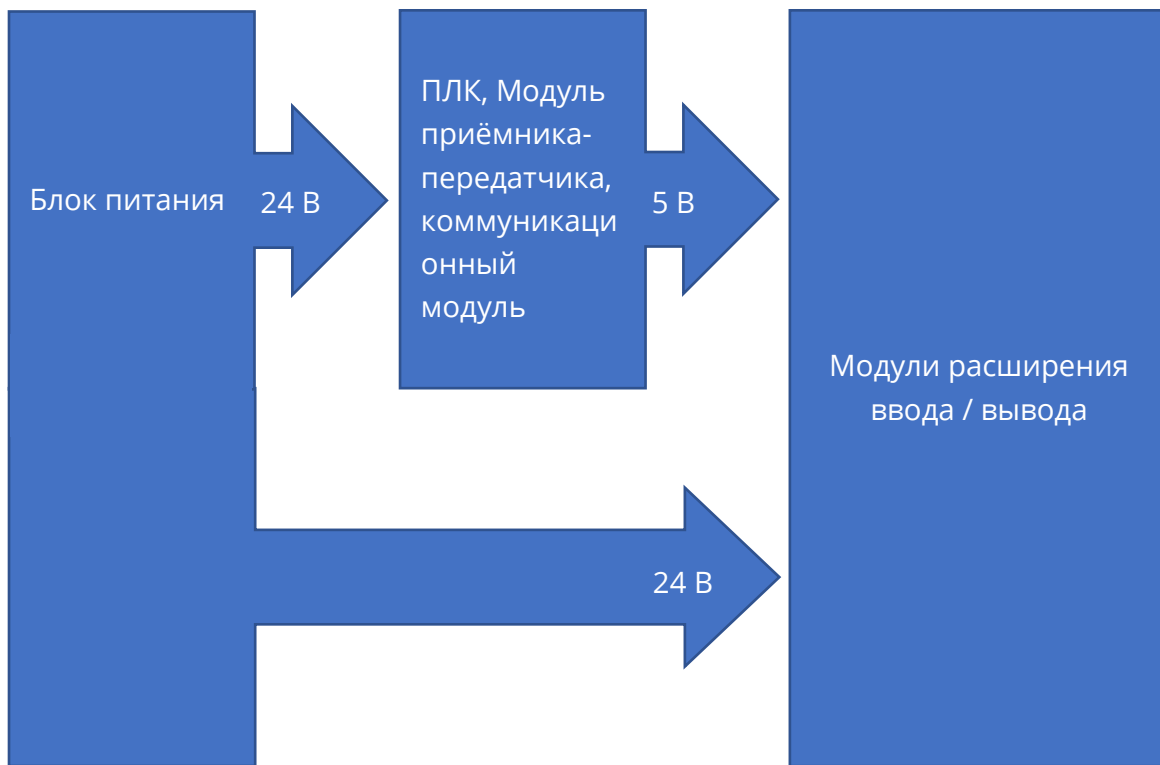
Примечание:

* В скобках приведено собственное потребление P_c модуля без учета потребления $P_{\text{ш}}$ модулями расширения по внутренней шине.

После того как были проведены предварительные расчёты и составлена таблица энергопотребления модуля процессора, модуля приёма/передатчика, коммуникационного модуля и модулей расширения можно приступить как расчёту потребления различных конфигураций программируемого логического контроллера. Необходимо отметить две основные конфигурации для расчёта энергопотребления:

1. Без использования модуля приёма/передачи. В этом случае модули расширения (аналоговые или дискретные входы/выходы) подключаются непосредственно к процессорному модулю, коммуникационному модулю или одиночная конфигурация модуля приёма/передатчика.
2. С использованием модуля приёма/передачи. В этом случае внутренняя шина процессора расширяется модулями приёма/передачи. Модули расширения (аналоговые или дискретные входы/выходы) подключаются непосредственно к процессорному модулю, так и к модулям приёма/передачи.

Рассмотрим более подробно каждый из вариантов. Без использования модуля приёма/передачи.



В данной конфигурации блок питания обеспечивает питанием 24 В процессорный модуль, который в свою очередь может обеспечивать питанием 5 В по внутренней шине модули расширения входов/выходов. Так же блок питания 24 В обеспечивает питанием модули ввода/вывода в которых это предусмотрено. В этом случае достаточно просуммировать мощность потребления процессорного модуля (необходимо использовать мощность собственного потребления, который был ранее рассчитан), мощность потребления модулей расширения включая потребление по 5В питания и по 24В питания.

$$P_{\Sigma} = P_c + P_{m5} + P_{m24};$$

где P_{Σ} - сумма потребления всех модулей входящий в состав контроллера,

P_c - собственное потребление процессорного модуля,

P_{m5} - сумма потребления всех модулей расширения ввода/вывода по 5В внутренней шине,

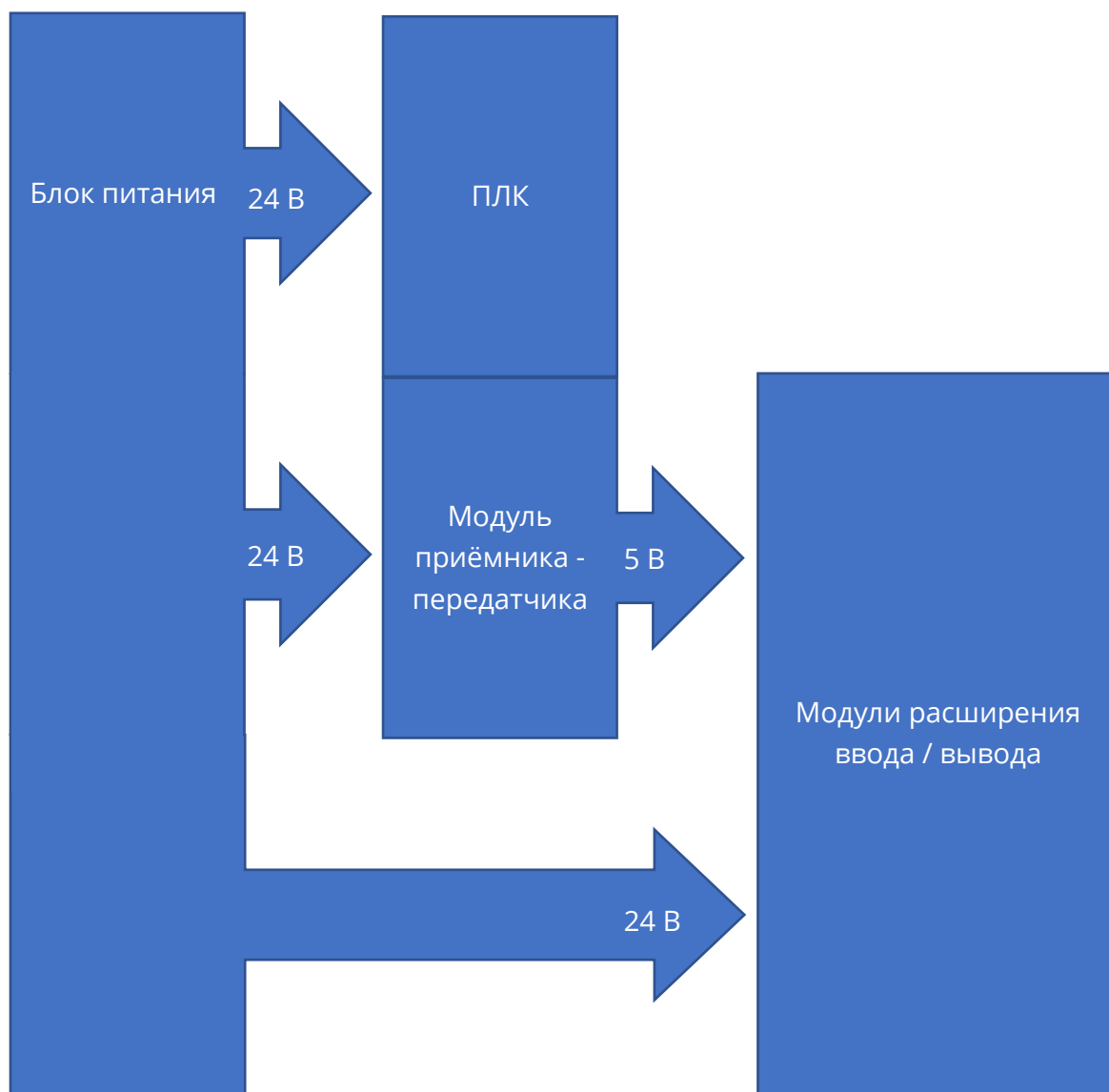
P_{m24} - сумма потребления всех модулей расширения ввода/вывода по внешнему питанию 24В.

После расчёта суммарного потребления P_{Σ} всех модулей входящих в состав контроллера, можно рассчитать ток, который должен обеспечить блок питания. Для этого разделите суммарную мощность P_{Σ} на напряжение питания 24В, получившиеся значение это ток потребления от источника питания 24В. Так же не забывайте проверить на максимальный ток потребления

внутреннюю шину контроллера. Для этого разделите суммарную мощность $P_{м5}$ на напряжение питания 5В и получаемое значение должно быть меньше 1600 мА.

Данный расчёт будет справедлив не только для процессорного модуля, но и для отдельно стоящих коммуникационных модулей и модулей приёма/передатчика.

С использованием модуля приёма/передачи. Структуру питания можно представить следующим образом:



Особенностью данной схемы является то, что процессорный модуль потребляет только мощность P_c , то есть от процессорного модуля не запитываются модули расширения входов/выходов. Питание шины 5В обеспечивает модуль приёма/передатчика. Это необходимо учитывать при расчёте суммарной мощности потребления. Общая формула будет выглядеть следующим образом:

$$P_{\Sigma} = P_c + P_{пп} + P_{м5} + P_{м24};$$

где P_{Σ} - сумма потребления всех модулей входящий в состав контроллера,

P_c - собственное потребление процессорного модуля,

$P_{пп}$ - собственное потребление модуля приёма/передатчика,

$P_{м5}$ - сумма потребления всех модулей расширения ввода/вывода по 5В внутренней шине,

$P_{м24}$ - сумма потребления всех модулей расширения ввода/вывода по внешнему питанию 24В.

Так же как следует проверить получившуюся суммарную мощность на максимальный ток блока питания, и так же проверить на максимальный ток потребления внутреннюю шину контроллера.

ВЖНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

РАССМОТРЕННЫЙ СПОСОБ РАСЧЁТА ПОТРЕБЛЕНИЯ КОНТРОЛЛЕРА И ЕГО КОМПОНЕНТОВ НЕ УЧИТЫВАЕТ ПОТРЕБЛЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ, ПОДКЛЮЧЕННЫХ К ВЫХОДАМ ДИСКРЕТНЫХ МОДУЛЕЙ С ТРАНЗИСТОРНЫМИ ВЫХОДАМИ.

Речь идёт о модулях дискретных выходов **SM3DQ8T**, **SM3DQ16T** и **SM3DQ32T**. Максимальный выходной ток одного дискретного выхода может быть до 0,5А, но суммарный ток на группу из 8 дискретных выходов он не должен превышать 4 А. То есть, для модуля **SM3DQ32T** максимальный ток потребления по питанию 24 В постоянного тока может быть 16 А, не считая заявленного значения в 180 мА из таблицы потребления.

Так же следует рассмотреть и дискретные модули с релейными выходами **SM3DQ8R** **SM3DQ16R**. Если данные модули используются для коммутации нагрузки 24 В постоянного тока, от того же блока питания что и питает контроллер, то так же следует учитывать и эту нагрузку при расчёте требуемой мощности (тока) блока питания.

При выборе блока питания к полученным результатам расчёта так же следует прибавлять ток потребления или мощность исполнительных механизмов (катушки реле, актуаторы, клапаны, светосигнальная аппаратура и прочее). Следует учитывать как мощность исполнительных механизмов, так и одновременность их включения согласно алгоритму и логики их работы.

В примерах ниже такие расчёты приводится не будут для упрощения расчёта.

Пример 1.

Требуется рассчитать ток потребления контроллером от блока питания 24В. Состав контроллера: процессорный модуль **SM252MESC**, модуль дискретных входов **SM3DI32**, два модуля дискретных выходов **SM3DQ8R**, модуль аналоговых входов **SM3AI8V** и два модуля аналоговых выходов **SM3AQ4**. Общий вид формулы выглядит следующим образом:

$$P_{\Sigma} = P_{SM252MESC}^{24} + P_{SM3DI32}^5 + 2 * P_{SM3DQ8R}^{24} + 2 * P_{SM3DQ8R}^5 + P_{SM3AI8V}^{24} + P_{SM3AI8V}^5 + 2 * (P_{SM3AQ4}^{24} + P_{SM3AQ4}^5);$$

Подставим значения мощности потребления из таблицы:

$$P_{\Sigma} = 11,2 + 0,65 + 2 * 1,54 + 2 * 0,225 + 1,2 + 0,15 + 2 * (2,64 + 0,2) = 22,42 \text{ Вт}$$

Таким образом суммарное потребление составляет 22,42 Вт. Можно рассчитать ток потребления от блока питания с выходным напряжением 24В постоянного тока:

$$I_{БП} = \frac{P_{\Sigma}}{U_{БП}} = \frac{22,42}{24} = 0,93 \text{ А} \approx 1 \text{ А}$$

Теперь следует выполнить проверку на максимальный ток потребления модулей расширения по внутренней шине 5 В постоянного тока. Для этого следует просуммировать мощность потребления модулей расширения по напряжению питания 5В.

$$P_{M5} = P_{SM3DI32}^5 + 2 * P_{SM3DQ8R}^5 + P_{SM3AI8V}^5 + 2 * P_{SM3AQ4}^5$$

Подставив значения из таблицы в формулу, получим:

$$P_{M5} = 0,65 + 2 * 0,225 + 0,15 + 2 * 0,2 = 1,65 \text{ Вт}$$

Рассчитаем ток потребления по шине 5В:

$$I_{M5} = \frac{P_{M5}}{U_{ш}} = \frac{1,65}{5} = 0,33 \text{ А} = 330 \text{ мА}$$

Получившееся значение меньше максимально допустимого значения для шины 1600 мА, что допускает такую конфигурацию контроллера.

Таким образом, для питания нашего контроллера необходим блок питания с напряжением 24 В и током не менее 1 А. В качестве такого блока питания можно использовать блок питания с заказным номером **SM3PWR2**.

Примечание: как описано выше, не следует забывать о потреблении исполнительными механизмами, в расчёте не учтена нагрузка, подключаемая к модулям дискретных выходов **SM3DQ8R**.

Пример 2.

Требуется рассчитать ток потребления контроллером от блока питания 24В. Состав контроллера: процессорный модуль **SM252MES**C, четыре модуля дискретных входов **SM3DI32**, четыре модуля дискретных выходов **SM3DQ32T**, четыре модуля аналоговых входов **SM3AI8C** и два температурных модуля **SM3TI8RTD** которые подключены на модуль расширения входов/выходов **SM3XRT1**. Так как модулей расширения больше 8, то для их подключения потребуется два модуля расширения входов/выходов. Один модуль устанавливается непосредственно после процессорного модуля на его шину расширения, а второй модуль организует отдельный остров, к которому будут подключены модули аналогового и температурного ввода. Как и в предыдущем случае следует рассчитать суммарную мощность потребления. Суммарная мощность потребления будет состоять из мощности потребления процессорного модуля с подключённым к нему модуля расширения входов/выходов и модулей дискретных входов и выходов и из мощности потребления острова, состоящего из модуля расширения входов/выходов и модулей аналоговых и температурных входов:

$$P_{\Sigma} = P_{\Sigma CPU} + P_{\Sigma Remote I/O}$$

Распишем потребление процессорного модуля с модулями расширения и потребление модуля расширения с подключенными к нему модулями расширения:

$$P_{\Sigma CPU} = P_{SM252MES}^{24} + P_{SM3XRT1}^{24} + 4 * P_{SM3DI32}^5 + 4 * P_{SM3DQ32T}^{24} + 4 * P_{SM3DQ32T}^5$$

$$P_{\Sigma Remote I/O} = P_{SM3XRT1}^{24} + 4 * (P_{SM3AI8C}^{24} + P_{SM3AI8C}^5) + 2 * (P_{SM3TI8RTD}^{24} + P_{SM3TI8RTD}^5)$$

Подставим значения мощности потребления из таблицы:

$$P_{\Sigma CPU} = 11,2 + 11,2 + 4 * 0,65 + 4 * 4,32 + 4 * 1,05 = 46,48 \text{ Вт}$$

$$P_{\Sigma Remote I/O} = 11,2 + 4 * (1,2 + 0,15) + 2 * (1,92 + 0,25) = 20,94 \text{ Вт}$$

$$P_{\Sigma} = 46,48 + 20,94 = 67,42 \text{ Вт}$$

Как видно суммарная мощность потребления всех устройств составляет 67,42 Вт, что позволяет рассчитать необходимый выходной ток блока питания:

$$I_{БП} = \frac{P_{\Sigma}}{U_{БП}} = \frac{67,42}{24} = 2,80 \text{ А} \approx 3 \text{ А}$$

Если для питания всех устройств использовать один блок питания, то его выходной ток должен быть не ниже 3 А. Блок питания **SM3PWR2** имеет максимальный выходной ток 2 А и он не подходит для питания всей системы. Необходимо использовать другой блок питания или установить два блока питания. Один блок питания будет обеспечивать питанием процессорный, а другой – модуль расширения входов/выходов. В этом случае ток потребления для каждого блока питания можно рассчитать следующим образом:

$$I_{БП_CPU} = \frac{P_{\Sigma CPU}}{U_{БП}} = \frac{46,48}{24} = 1,93 \text{ А} \approx 2 \text{ А}$$

$$I_{БП_Remote I/O} = \frac{P_{\Sigma Remote I/O}}{U_{БП}} = \frac{20,94}{24} = 0,87 \text{ А} \approx 1 \text{ А}$$

Осталось проверить нагрузку на шине расширения процессорного модуля и модуля расширения входов/выходов:

$$P_{M5_CPU} = 4 * P_{SM3DI32}^5 + 4 * P_{SM3DQ32T}^5$$

$$P_{M5_Remote I/O} = 4 * P_{SM3AI8C}^5 + 2 * P_{SM3TI8RTD}^5$$

Подставив значения из таблицы в формулу, получим:

$$P_{M5_CPU} = 4 * 0,65 + 4 * 1,05 = 6,8 \text{ Вт}$$

$$P_{M5_Remote I/O} = 4 * 0,15 + 2 * 0,25 = 1,1 \text{ Вт}$$

Рассчитаем ток потребления по шине 5В используя формулу:

$$I_{M5_CPU} = \frac{P_{M5_CPU}}{U_{III}}$$

$$I_{M5_Remote I/O} = \frac{P_{M5_Remote I/O}}{U_{III}}$$

Подставим значения в формулы:

$$I_{M5_CPU} = \frac{6,8}{5} = 1,36 \text{ А} = 1360 \text{ мА}$$

$$I_{M5_Remote I/O} = \frac{1,1}{5} = 0,22 \text{ А} = 220 \text{ мА}$$

Получившееся значение меньше максимально допустимого значения для шины 1600 мА, что допускает такую конфигурацию контроллера.

Примечание: как описано выше, не следует забывать о потреблении исполнительными механизмами, в расчёте не учтена нагрузка, подключаемая к модулям дискретных выходов **SM3DQ32T**.