**Радиоподсистема**

**сети сотовой подвижной связи ПАО «МТС»**

**стандарта Range**

**Базовая станция № BS\_Number Code**

**стандарта Range**

**address**

***Рабочая документация***

|  |
| --- |
| **Силовое электрооборудование. Внутреннее электропитание** |
|  |
| BTS BS\_Number Code – ЭМ |
| Том 3 |

**Радиоподсистема**

**сети сотовой подвижной связи ПАО «МТС»**

**стандарта Range**

**Базовая станция № BS\_Number Code**

**стандарта Range**

**address**

***Рабочая документация***

|  |
| --- |
| **Силовое электрооборудование. Внутреннее электропитание** |
|  |
| BTS BS\_Number Code – ЭМ |
| Том 3 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | |  | |
| Генеральный директор  Organisation | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ | |
|  |  | |
| Главный инженер проекта | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ | |

**Ведомость ссылочных и прилагаемых документов.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Примечание  (№ стр.) |
|  | Ссылочные документы |  |
| ГОСТ Р 21.1101-2013 | Основные требования к проектной и рабочей документации |  |
| РД 45.162-2001 | Ведомственные нормы технологического проектирования. Комплексы сетей сот. и спутн. подвижной связи общ. пользования |  |
| ПУЭ 2002 (7 издание) | Правила устройства электроустановок |  |
| ПОТ РО 45-008-97 | Правила по охране труда на центральных и базовых станциях радиотелефонной связи |  |
| ПОТ РО-45-002-97 | Правила по охране труда на радиопредприятиях |  |
| ПОТ РМ-016-2001 | Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) |  |
| (РД 153-34. 0-03. 150-00) | при эксплуатации электроустановок |  |
| ВСН 1-93 Минсвязи России | Инструкция по проектированию молниезащиты радиообъектов |  |
|  | Прилагаемые документы |  |
| Приложение 1 | Спецификация оборудования, изделий и материалов |  |
| Приложение 2 | Электротехнические расчеты |  |

**Состав проекта**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Примечание |
|  | Рабочая документация. |  |
| **BTS BS\_Number CODE - ЭМ** | Радиосвязь. Технологическая часть БС | Том 3 |

|  |
| --- |
| Технические решения, принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других действующих норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных рабочими чертежами мероприятий. |
| Главный инженер проекта \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Gip |

**Ведомость рабочих чертежей марки ЭМ.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Лист | Наименование | Примечание |
| 1 | Общие данные |  |
| 2 | Ведомость ссылочных и прилагаемых документов |  |
| 3 | Общие данные |  |
| 4 | Таблица нагрузок |  |
| 5 | План прокладки КЛ-0,4 кВ |  |
| 7 | Схема электрическая принципиальная |  |
| 8 | Схема распределительная |  |
| 9 | Схема распределительной сети ~220В/-48В |  |
| 10 | Схема уравнивания потенциалов |  |
| 11 | Кабельный журнал |  |

1. **Общие данные**

Настоящий Альбом марки ЭМ Рабочей документации «Базовая станция № BS\_Number CODE стандарта RANGE (address) разработан на основании:

\* технического задания на проектирование;

\* технической документации на используемое оборудование, предоставленной Заказчиком;

\* договора на проектные работы;

\* рабочих материалов изысканий.

\* Технических условий на электроснабжение TU\_Number, выданных Contractor

Базовая станция (БС) находится по адресу: address. Настоящим альбомом ЭМ рабочих чертежей рассматриваются системы внешнего электроснабжения БС, внутреннего электропитания и заземления проектируемого оборудования БС. Потребителями электроэнергии на данной площадке строительства являются: технологическое оборудование, включенные через ИБП постоянного тока

1. **Основные решения**
   1. **Электроснабжение**

Установленная мощность электроприемников - 9 кВт. Расчетная мощность электроприемников - Power кВт. Уровень напряжения - 0.4 кВ.

Тип системы токоведущих проводников - трехфазная, 380В, 50Гц, пятипроводная. Категория надежности электроснабжения - III.

Согласно выданным техническим условиям, точка присоединения электроустановки ПАО "МТС" - существующий автоматический выключатель Switcher, 6kA в ЩУ-0.4 кВ Contractor вблизи столба ОДН.

Распределительная электрическая сеть выполняется кабелем марки ВВГнг 5x6мм². Способ прокладки кабеля ВВГнг 5x6мм² выполнить в соответствие с чертежом «План прокладки кабелей".

Электроснабжение электроустановки ПАО «МТС» осуществить от существующего трехфазного автоматического выключателя Switcher, 6kA, который установлен в ЩУ-0.4 кВ Contractor.

Проектируемый ВРУ-0.4кВ ПАО "МТС" установить на проектируемой раме. Высота от отметки уровня земли до нижнего края щита 1.3м.

Проектируемую трассу КЛ-0.4кВ проложить:

- от ЩУ-0.4 кВ Contractor до проектируемой рамы ПАО "МТС" кабель проложить в проектируемом кабельном лотке в ПНД гофрированной трубе. Далее по металлоконструкции рамы ПАО "МТС" до ВРУ-0.4кВ ПАО "МТС" кабель проложить в ПНД гофрированной трубе.

Далее по металлоконструкции рамы ПАО "МТС" до ВРУ-0.4кВ ПАО "МТС" кабель проложить в ПНД гофрированной трубе.

- от ВРУ-0.4кВ ПАО "МТС" до климатического шкафа ПАО "МТС" кабель проложить по металлоконструкции рамы в ПНД гофрированной трубе.

Проектируемые нагрузки представлены на чертеже "Таблица нагрузок". При расчете потребляемой мощности оборудования БС использовались коэффициенты спроса, согласованные с Заказчиком.

* 1. **Электропитание**

Электропитание технологического оборудования осуществляется от системы ИБП постоянным напряжением -48В.

Система ИБП имеет модульную структуру и состоит из блока распределения переменного тока, блока распределения постоянного тока, выпрямителей с бестрансформаторным входом и высокочастотным преобразованием, блока контроллера.

Электропитающее устройство комплектуется 3 выпрямителями Rectifier, выходной мощностью по 3000 Вт каждый. Таким образом допустимая нагрузка ИБП в данной комплектации составляет 9000 Вт.

* 1. **Энергосбережение**

В данном проекте требования по энергосбережению в объеме ГОСТ 31607-2012 выполняются. Применяется энергоэффективное оборудование, соответствующее требованиям государственных стандартов и других нормативных документов.

Для обеспечения энергосбережения в электроустановках проектом предусмотрено автоматическое управление электроприемниками в зависимости от их технологического предназначения.

* 1. **Сети электророзеток**

ВРУ климатического шкафа имеет в комплекте электрическую (с заземлением) розетку ~220В. Дополнительная стационарная сеть электророзеток ~220В не предусматривается. Розетка используется только для включения приборов при наладке оборудования и проведении регламентных работ. Электророзетка включена через устройство защитного отключения УЗО чувствительностью dI=30mА.

* 1. **Заземление оборудования**

Все металлические части оборудования, нормально не находящиеся под напряжением, но

которые могут оказаться под напряжением в результате нарушения изоляции, должны быть

заземлены.

Тип применяемой системы заземления - TN-S. Все проектируемые соединения для ~380/220В выполняются по 5-ти/3-х проводной схеме. Жила РЕ кабеля электроснабжения подключается на шину РЕ.

* 1. **Молниезащита**

Оборудование БС соединяется с сущ. контуром молниезащитного заземления АМС. Антенно-мачтовые сооружения должны оборудоваться устройствами молниезащиты. Устройство молниезащиты выполняется в соответствии с п. 2.3.7.9 РД 45.162-2001 и п.2.2 СО-153-34.21.122-2003, как для объекта III категории, в соответствии с «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений» РД 34.21.122-87, «Инструкции по проектированию молниезащиты радиообъектов» ВСН-1-93 и ВНТП РД 45.162-2001.

1. **Учет электрической энергии**
   * 1. Характеристика рабочих условий эксплуатации системы коммерческого учета электроэнергии (далее СУЭ). Рабочие условия эксплуатации измерительного комплекса (далее ИК) СУЭ характеризуется данными, приведенными в таблице 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величины,  влияющей на погрешность  измерения | Номинальное значение, влияющей  величины | Границы значения влияющей  величины | | Максимальное отклонение от  номинального значения |
| - | + |
| Напряжение, В | 380 | 368 | 392 | 12 |
| Температура, °С | 20 | -40 | +55 | - |
| Частота, Гц | 50 | 49,8 | 50,5 | 0,5 |

* + 1. СУЭ ПАО МТС», согласно выданным ТУ Contractor должен быть запрограммирован на работу в однотарифном режиме, иметь поверку не позднее одного года и должен иметь возможность подключения к системе АСКУЭ.
    2. СУЭ ПАО «МТС» представляет собой счетчик Энергомера СЕ 301, класс точности 1, запрограммированный в однотарифном режиме. Счетчик установить в проектируемом ВРУ-0.4кВ ПАО "МТС".
    3. 3.1.4 Сечение жил кабелей выбрано сечение жил кабеля удовлетворяет требованиям их защиты от КЗ, допустимым длительным токам, условиям механической прочности и обеспечивают работу счетчика в заданном классе точности. Линия, подводящая электроэнергию к счетчику защищена автоматическим трехфазным выключателем C16A, который размещается в ЩУ-0.4 кВ Contractor. Для проведения регламентных работ для отключения счетчика от напряжения предусмотрен рубильник QS1 IEK ВН-32 25A, который размещается в ВРУ-0.4кВ ПАО "МТС".
    4. Организация эксплуатации СУЭ.

При проведении работ по монтажу и наладке СУЭ должны соблюдаться требования, установленные ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.3-75, приказом от 15 декабря 2020 года N 903н Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, ПУЭ.

К работам по эксплуатации СУЭ допускаются лица, изучившие документацию счетчик, прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III для электроустановок до 1000 В.

Для защиты от токов короткого замыкания после счетчика предусмотреть установку автоматического выключателя. Cчетчик должен иметь на винтах, крепящих кожух счетчика, пломбы с клеймом Госповерителя. Для защиты от несанкционированного доступа к электроизмерительным приборам, коммутационные аппараты и разъемные соединения электрических цепей в цепях учета имеют возможность опломбирования, а сам ящик оборудован дверцей, снабженной замком для запирания на ключ. Монтаж электросчетчика должен выполнятся в соответствии с приказом от 13 января 2003 года N 6 Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Инструкцией по монтажу электросчетчика Энергомера СЕ 301.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/  п | Фаз  а | Электропиемник | Кол-во  потр. | Мощность  установленна  я, Py кВт | Мощность  установленна  я сумм.,  Py.сумм кВт | Коэффициенты | | | Расчетные величины | | | |
| Кс | cosɸ | tgɸ | Pp,  кВт | Qp,  квар | Sp,  кВа | Iрасч,  A |
| 1 | L1 | Выпрямитель ИБП | 1 | 3.00 | 3.00 | 0.28 | 0.96 | 0.29 | 0.85 | 0.25 | 0.89 | 4.02 |
| Всего по фазе: | | | | | 3.00 |  |  |  | 0.85 | 0.25 | 0.89 | 4.02 |
| 2 | L2 | Выпрямитель ИБП | 1 | 3.00 | 3.00 | 0.28 | 0.96 | 0.29 | 0.85 | 0.25 | 0.89 | 4.02 |
| Всего по фазе: | | | | | 3.00 |  |  |  | 0.85 | 0.25 | 0.89 | 4.02 |
| 3 | L3 | Выпрямитель ИБП | 1 | 3.00 | 3.00 | 0.28 | 0.96 | 0.29 | 0.85 | 0.25 | 0.89 | 4.02 |
| Всего по фазе: | | | | | 3.00 |  |  |  | 0.85 | 0.25 | 0.89 | 4.02 |
| Итого: | | | | | 9.00 |  |  |  | 2.55 | 0.74 | 2.66 | 4.04 |

Примечание:

1. Величины коэффициента спроса (Кс) приведены согласно техническому заданию Заказчика на разработку проектной документации, составленному на основании опыта эксплуатации других антенно-мачтовых сооружений в Северо-Западном регионе;

2. Выбор cos(ф) сделан на основании СП 31-110-2003, паспортных данных оборудования и электроприемников.

Электротехнические расчеты

Расчет потерь электроэнергии от границы раздела сетей до расчетного узла учета электрической энергии

Потери электроэнергии складываются из потерь в кабельной линии (далее - КЛ-0.4 кВ), потерь в аппаратах защиты и потерь в измерительном комплексе.

1. Потери электроэнергии в КЛ-0.4 кВ от границы раздела сетей до ВРУ-0.4кВ ПАО "МТС":

Wлинии = 0,003\*I²расч\*k²ф\*Rл\*Ta (кВт\*ч), где:

(1)

Iрасч - расчетный ток, протекающий в проводе, А;

kф - коэффициент формы графика нагрузок за характерные летние и зимние сутки (для электрических нагрузок большинства предприятий kф = 1 - 1,1), принимаем kф = 1;

Ta - расчетный период работы оборудования БС, Ta =876012= 730 час;

Rл - сопротивление линии, Ом;

Rл = p\*LF;

(2)

p = 0.018 Ом\*мм²/м - удельное сопротивление медного кабеля; L = 12м - длина линии на заданном участке;

F = 6 мм² - сечение кабеля;

Rл = 0.018\*12 = 0.036 Ом

Wлинии = 0,003\*4.04²\*1²\*0.036\*730 = 1.29 (кВт\*ч)

2. Потери электроэнергии в аппаратах защиты

Wаз = Pаз\*n\*Ta\*0,001 = 4,5\*3\*730\*0,001 = 9,9 (кВт\*ч), где:

(3)

Pаз - 4,5 Вт/полюс - рассеиваемая мощность аппарата защиты, n = 3 - кол-во полюсов аппарата защиты,

Ta =730 - среднемесячное число часов работы;

3. Потери электроэнергии в измерительном комплексе.

Энергомера СЕ 301 - потери электроэнергии в год: 22 кВт\*ч Потери за расчетный период:

Wсч = 2212=1.86 кВт\*ч

(4)

4. Суммарные потери электроэнергии от границы раздела сетей до счетчика в ВРУ-0,4кВ

W = Wлинии + Wаз + Wсч = 1.29 + 9,9 + 1.86 = 13.05 кВт\*ч

(5)

5. Потери в процентном соотношение к общему расходу за расчетный период.

ΔW = W / Wоб\*100% = 13.05/1862\*100% = 0.70%

(6)

где Wоб - общий расход электроэнергии за расчетный период, кВт\*ч

Расчет тока короткого замыкания и времени срабатывания автоматического выключателя QF2 TX3 3п 10A 6kA тип B (Legrand) (далее АВ) в ВРУ-0.4кВ ПАО "МТС".

Расчет проведен на основе методики, изложенной в электротехническом справочнике (И.И. Алиев, Москва, Радиософт, 2000г.)

Для расчета тока короткого замыкания Ik используем следующую формулу:

Ik=Uф(Z n + Zm)

(7)

где: Uф - фазное напряжение сети, Uф=220В;

Zn - сопротивление петли фаза-ноль, Ом;

Zm - полное сопротивление фазной обмотки трансформатора.

Для расчета сопротивления петли фаза-ноль воспользуемся выражением:

Zn =√(Rn²+Xn²) = √((L·Rуд)²+(L·Xуд)²)(8)

где: L - протяженность кабельной трассы, км;

Rуд - удельное активное сопротивление кабеля, Ом\*км;

Xуд - удельное реактивное сопротивление кабеля Ом\*км;

Исходные данные для расчета сопротивление петли фаза-ноль приведены в таблице 1

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Участок КЛ-0.4кВ | От ТП до ответвления | От ответвления до  ЩА-0.4кВ Contractor | От щита ЩА-0.4кВ Contractor до ИБП  ПАО "МТС" |
| Тип кабеля | СИП-4 4x35 | СИП-4 4x16 | ВВГнг 5x6 |
| Протяженность кабельной  трассы, км | 0.200 | 0.020 | 0.007 |
| Сечение кабеля | 35 | 16 | 6 |
| Активное удельное  сопротивление Rуд = Ом/км | 0.92 | 1.98 | 3.3 |
| Реактивное удельноесопротивление  Xуд = Ом/км | 0.0095 | 0.0821 | 0.32 |

В таблице 2 представлены расчетные значения сопротивление петли фаза-ноль по

участкам от ТП до точки КЗ на основе таблицы 1, расчет произведен по формуле (8)

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Участок КЛ-0.4кВ | От ТП до ответвления | От ответвления до  ЩА-0.4кВ Contractor | От щита ЩА-0.4кВ Contractor до ИБП  ПАО "МТС" |
| Zn участка, Ом | Zn1 = 0.180 | Zn2 = 0.0396 | Zn3 = 0.0232 |

Полное сопротивление петли фаза-ноль равно:

Zn = Zn1 + Zn2 + Zn3 = 0.2468 Ом;

(9)

Для расчета полного сопротивления фазной обмотки трансформатора (ТМГ-400/10/0,4) воспользуемся выражением:

Zm = Uk\*Uн√3\* Iн\*100

(10)

где: Uk- напряжение короткого замыкания трансформатора, %

Uн - номинальное напряжение трансформатора, В

Iн - номинальный ток трансформатора, А

Исходные данные для расчета полного сопротивления фазной обмотки трансформатора представлены в таблице 3.

Таблица 3

|  |  |
| --- | --- |
| Напряжение КЗ трансформ, % | 4.5 |
| In номинальный ток транф, А | 577 |
| Напряжение ном трансформ, В | 380 |
| Тип транформатора | ТМГ-400/10/0,4 |

Полное сопротивления фазной обмотки трансформатора, расчет произведен на основе исходных данных в таблице 3 по формуле (9):

Zm = 0.0171 Ом;

Таким образом, подставляя полученные значения в формулу (7) получим значение тока короткого замыкания в точке 1 (в соответствии с чертежом 78-04271CODEL21-ЭМ-ОС Схема электрическая принципиальная),

Ik1 = 220(0.2468 + 0.0171) = 833.65 А

Из расчета следует, что условие срабатывания выбранного защитного автомата АВ

Ik 10·Iн выполняется, так как значение тока уставок размыкателя для выбранного автомата

составляет:

-теплового 1,13-1,45 Iн;

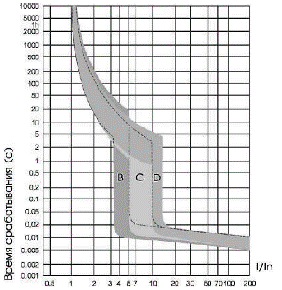
-электромагнитного 10·Iн = 100А;

-предельная коммутационная способность - 6кА.

Кратность Iкз для автоматического выключателя (АВ) (10А) составляет:

833.65 10=83.36

В соответствии с время-токовой характеристикой характеристикой типа "B" время срабатывания АВ составляет менее 0.4 сек, что удовлетворяет требованиям ПУЭ (п. 1.7.79)

Вывод: таким образом выбор (АВ) удовлетворяет требованиям ПУЭ к аппаратам защиты по быстродействию, чувствительности и селективности. Все выбранные автоматические выключатели обладают достаточной чувствительностью к однофазным и многофазным КЗ. Между последовательно включенными автоматическими выключателями соблюдается селективность действия, которая достигается согласованием величин тока и времени срабатывания расцепителей.

Расчет длительно-допустимого тока в кабеле по условиям прокладки

Значения допустимых длительных токов для кабелей и проводов указаны в ПУЭ табл.

1.3.4. Для кабеля ВВГнг 5x6 имеем следующее значение:

Iд.т.= 42А

Условия прокладки и эксплуатации кабельной линии также влияют на значение допустимого длительного тока, поэтому необходимо учитывать поправочные коэффициенты в соответствие с ПУЭ табл. 1.3.3, 1.3.23, 1.3.26.

Фактический длительно-допустимый тока с учетом поправочных коэффициентов рассчитывается по формуле:

Iф=k1\*Ik2\*k3\*Iд.т

(11)

где k1 - поправочный коэффициент, учитывающий температуру среды отличающуюся от расчетной, выбирается по ПУЭ табл. 1.3.3. Принимает значение k1 = 0.84. k2 - поправочный коэффициент на допустимый длительный ток для кабелей, проложенных в земле, в зависимости от удельного сопротивления земли, выбирается по ПУЭ табл. 1.3.23. Принимаем значение k2 = 1. k3 - поправочный коэффициент на количество работающих кабелей, лежащих рядом в земле

(в трубах или без труб). Выбирается по ПУЭ табл. 1.3.26. Принимаем значение k2 = 1.

Таким образом, подставляя полученные значения в формулу (11) получим значение фактически длительно-допустимого тока для кабеля ВВГнг 5x6

Iф = 0.84\*1\*1\*42А = 35.3 А

Должно выполняться условие

Iф>Iрасч.

(12)

где Iрасч - расчетный ток, см. чертеж 78-04271CODEL21-ЭМ-ТН "Таблица нагрузок".

Подставив полученные значение в условие (12):

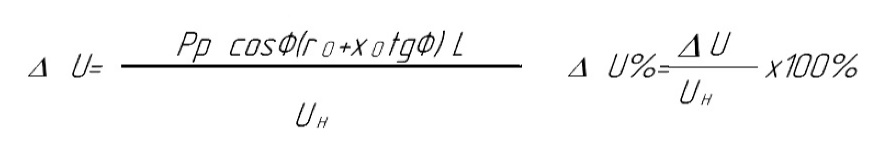
35.3 А > 4.04 А

Вывод: условие (12) выполняется, следовательно выбранный кабель ВВГнг 5x6 подходит для электроснабжения проектируемой электроустановки.

Расчет потерь напряжения

питающих линий Базовой станции

При расчете потерь напряжения в кабеле испопьзуется формула:



где:

Pp – расчётная мощность (кВт);

r – активное сопротивление (Ом/км.);

x – индуктивное сопротивление (Ом/км.);

L – длина участка (км.);

cosф – коэффициент мощности;

tgф – коэффициент реактивное мощности.

В случае для БС имеем:

Pp – 2.55 (кВт);

r – 3.54 (Ом/км.) - для медного кабеля с сечением жилы 6 мм2;

x – 0,1 (Ом/км.) - для кабеля с оболочкой ПВХ u сечением жилы 6 мм2;

L – 0,012 (км.);

cosф – 0,96;

tgф – 0,29.

таким образом. подставляя в формулу значения получаем:

△U = 1/0,38 (2,549x0,96x(3,54+0,1+0,29)x0,012 = 0,276 В

△U% = 0,07%

Согласно СП 256.1325800.2016 (п. 8.23] суммарные потери напряжения от ВРУ до потребителей

допжно быть не более 4 % от номинального. Из расчетп видно, что падение напряжения

соотвеьствует допустимой норме (0,07% < 4%)