

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(Научно-исследовательский университет)»  
Высшая школа электроники и компьютерных наук  
Кафедра «Автоматика и управление»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/Л.С. Казаринов  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

Разработка мобильного коммуникатора и специализированного  
программного обеспечения для снятия данных с приборов учета в  
электроэнергетике

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

ЮУрГУ - 270404.2017.448 ПЗ ВКР

Руководитель работы  
доцент.кафедры АиУ  
\_\_\_\_\_/Вставская Е.В.

«\_\_\_»\_\_\_\_\_ 2017 г.

Автор проекта  
студент группы КЭ-278:  
\_\_\_\_\_/Шмаков Н.А.  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_ 2017 г.

Нормоконтролер  
\_\_\_\_\_/Абдуллин В.В.  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_ 2017 г.

Челябинск  
2017

## АННОТАЦИЯ

Шмаков Н.А. Разработка мобильного коммуникатора и специализированного программного обеспечения для снятия данных с приборов учета в электроэнергетике – Челябинск: ЮУрГУ, Автоматика и управление, 2017 г. 123с., ил.20, библиогр.список – 72 наименования, чертежей – 6 листов

В настоящей работе рассматриваются вопросы организации передачи данных по каналам связи, а также дальнейшее снятие данных с приборов учета на предприятиях, расположенных отдаленно или на труднодоступной территории, используя предложенный протокол обмена данных.

Проведен обзор научных источников в области способов организации передачи данных и видов каналов связи, решена задача по разработке мобильного коммуникатора и специализированного программного обеспечения, реализующего снятие данных с приборов учета электроэнергии. Разработаны электрические схемы коммуникатора, изготовлен действующий опытный образец. Был произведен расчет электрических схем коммуникатора для установки соответствия максимального потребляемого им тока с максимально разрешенным значением потребления тока при подключении к порту USB. Разработано специализированное программное обеспечение для снятия данных с приборов учета электроэнергии на действующих предприятиях, позволяющее сохранять данные в форме, пригодной для использования в качестве отчетов для энергораспределительных компаний (ЭРК).

					<i>270404.2017.448 ПЗ</i>		
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>	<i>Шмаков</i>				<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Белов</i>					3	123
<i>Рецен.</i>					ЮУрГУ (НИУ) Кафедра АиУ		
<i>Н. контр.</i>	<i>Абдуллин</i>						
<i>Утв.</i>	<i>Казаринов</i>						
					<i>Разработка мобильного коммуникатора и специализированного программного обеспечения для снятия данных с приборов учета в электроэнергетике</i>		

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	8
Выводы по разделу один.....	32
2 ОБЗОР РАЗРАБОТАННОГО НИ ОКР ООО ФИРМЫ «АЛЬБИОН» ПРОТОКОЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.....	34
2.1 Описание протокола.....	34
2.2 Коды ошибок.....	54
Выводы по разделу два.....	55
3 ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТАННОГО КОММУНИКАТОРА. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ.....	57
3.1 Описание оборудования.....	57
3.2 Разработка электрических схем. Расчет схемы коммуникатора.....	60
3.3 Чтение параметров коммуникатора.....	65
3.4 Запись параметров коммуникатора.....	65
Выводы по разделу три.....	66
4 ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТАННОГО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	67
4.1 Назначение и условия применения.....	67
4.2 Модели использования программы CntTst3.....	68
4.3 Файл инициализации и окно «Ввод титульных параметров».....	70
4.4 Описание структур записей.....	71
4.4.1 Запись типа 0.....	71
4.4.2 Запись типа 1.....	72
4.4.3 Запись типа 2.....	72
4.4.4 Запись типа 3 и более.....	73
4.4.5 Запись без типа.....	74
4.5 Загрузка файла инициализации.....	75

4.6	Редактирование данных инициализации средствами CntTst3 .....	76
4.7	Завершение работы в окне «Ввод титульных параметров» .....	77
4.8	Модель работы с программой CntTst3.....	78
4.9	Работа в основном окне программы .....	80
4.10	Скачивание и сохранение информации архивов .....	83
4.11	Выбор читаемого диапазона .....	85
4.12	Выбор диапазона для архива получасовых отсчетов.....	86
4.13	Выбор диапазона для архива оперативных данных .....	87
4.14	Выбор диапазона для архива суточных отсчетов .....	88
4.15	Выбор диапазона для архива месячных отсчетов .....	89
4.16	Чтение и расшифровка принятой информации .....	89
4.17	Расшифровка отчетных архивов.....	90
4.18	Расшифровка архива оперативных данных.....	92
4.19	Расшифровка архива событий .....	93
4.20	Сохранение считанной информации.....	95
4.21	Формирование XML–отчета .....	97
4.22	Модель работы в окне «Скачивание архивов» .....	98
4.23	Настройки дополнительных интерфейсов в программе CntTst3 ...	100
4.24	Описание технологических операций.....	102
4.24.1	Чтение параметров интерфейсной платы .....	102
4.24.2	Установка параметров интерфейсной платы.....	102
	Выводы по разделу четыре .....	103
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	104
	Перечень сокращений.....	105
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	106
	ПРИЛОЖЕНИЕ А Таблицы значений CRC. Примеры вычисления CRC на языке C.....	114
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б Формат команд протокола ООО фирмы «АЛЬБИОН» ..	117

ПРИЛОЖЕНИЕ В Файл инициализации «CntTst.ini» на примере ОАО «УралТрансМаш».....	119
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Файл отчета «Forma.xml».....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Схемы и чертежи .....	123

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время множество предприятий, как среднего, так и малого бизнеса, применяют на своей территории автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии. Применение данных систем помогает осуществлять контроль за использованием энергии, оптимизацию затрат на потребление энергоресурсов. Основой нижнего уровня таких систем являются приборы учета электроэнергии. Применение счетчиков электроэнергии позволяет измерять и считывать информацию о потребляемых ресурсах на предприятии, передавать полученную информацию на верхние уровни автоматизированной системы. Все электрические счетчики конструктивно схожи, и сущность их применения однообразна.

Однако для предприятий, находящихся на удаленной или труднодоступной территории, где отсутствует какая-либо связь, проблемой является дистанционное снятие данных с приборов учета электроэнергии и их передача на следующие уровни автоматизированной системы, поэтому в большинстве случаев данная операция выполняется оператором вручную. Для учета электрической энергии, оптимизации и ведения отчетности потребления используются приборы, позволяющие измерять различные объемы потребления электроэнергии и позволяющие хранить все эти данные. Объемы данной информации существенны и предполагают продолжительные промежутки времени по их ручному снятию и обработке. Проблема снятия данных с приборов учета электроэнергии актуальна для труднодоступных и отдаленных предприятий, в связи с высоким распространением эффективных методов по организации снятия данных только дистанционным способом. Для реализации снятия данных с электросчетчиков и обмена этими данными между приборами учета и устройством обработки данных необходимо установление канала связи между ними.

					<i>270404.2017.448 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

## 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Исследованием способов организации передачи данных и видов каналов связи посвящены публикации многих авторов, таких как: Гайнуллина А. А., Байтимиров А.Д., Карманов Ю.Т., Спицын В.С., Григорьев М.М., Спицын В.В., Бурцев А.Г., Капля В.И., Сапожников А.В., Якушев И.С., Латышев Г.В., Латышев К.В., Мохов А.И., Чулков В.О., Репников В.Д., Токарев А.Б., Жиялков Е.Г., Белов С.П., Урсол Д.В., Лукьянов В.С., Кузнецова Е.С., Кулешов С.В., Пацей Н.Е [1-11].

В работе Гайнуллиной А.А. и Байтимирова А.Д. [1] был рассмотрен протокол передачи данных Modbus [12]. Был проведен обзор достоинств и недостатков данного протокола [13], в том числе была отмечена невозможность передачи данных к ведущему устройству от ведомых по мере накопления большого количества информации. В рассмотренной работе также были изложены варианты интеграции устройства Stardom FCN с PCY Centum VP по протоколу Modbus, была описана организация обмена данными между устройствами.

В статье Карманова Ю.Т., Спицына В.С., Григорьева М.М., Спицына В.В. [2] был рассмотрен способ передачи с использованием беспроводных сенсорных сетей [14]. Авторы отмечают, что информационный обмен между модемом и датчиками должен быть основан на стандартном интерфейсе [15], в котором передаваемое сообщение будет подвергаться помехоустойчивому кодированию и на основе модуляции происходило бы формирование радиочастотной посылки [16].

Авторами была предложена модель передатчика и приемника, разработанная в среде MATLAB. Также авторами было приведено обоснование выбора микроконтроллера, указание технических параметров радиомодема, выбор используемой антенны для радиомодема, в частности было отмечено, что применение направленных радиоантенн оправдывается соображением пространственной селективности необходимых обслуживаемых зон радиодатчиков.

					270404.2017.448 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

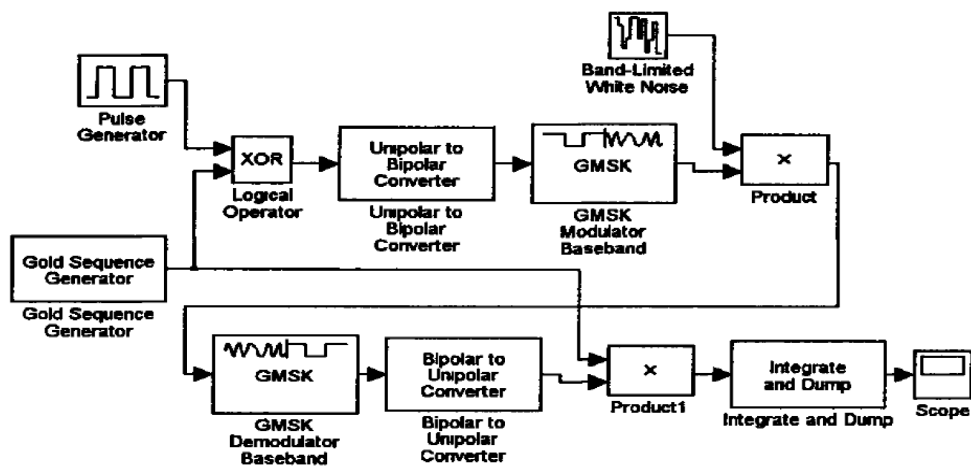


Рисунок 1 – Модель MATLAB передатчика и приемника

Авторами был произведен расчет значения максимального радиуса уверенного приема сигнала по формуле:

$$R_{max} = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{L \frac{P_{вых} D_{прм}}{P_{мин}}}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – длина волны, нм;

$L$  – поправочный коэффициент;

$D_{прм}$  – коэффициент направленного действия приёмной антенны;

$P_{мин}$  – чувствительность приемного устройства, мкВ.

Поправочный коэффициент учитывает значение затухания радиосигналов при распространении в условиях здания, а также эффект усиления сигнала на выходе звена корреляционной обработки приемного устройства.

Вычисляется по формуле:

$$L = L_{пот} + L_{кф}, \quad (2)$$

где  $L_{пот}$  – величина затухания при распространении внутри здания;

$L_{кф}$  – усиление сигнала на выходе фильтра–коррелятора на выходе приемного устройства.

Бурцевым А.Г. и Капля В.И. в своей работе [3] был предложен способ управлением скоростью работы канала информационного обмена приборов



АСУ с интерфейсом RS–485. Авторами был произведен расчет периодов переключения скорости обмена информацией по формуле:

$$t_{send} = \frac{k}{F} (N_{addr} + N_{fun} + N_{reg} + N_{crc} + N_{pause}) \quad (3)$$

$$t_{recieve} = \frac{k}{F} (N_{addr} + N_{data} + N_{crc} + N_{pause}), \quad (4)$$

где  $N_{addr}$  – количество байт для задания адреса прибора;

$N_{fun}$  – количество байт для задания номера функции;

$N_{reg}$  – количество байт для задания регистра;

$N_{crc}$  – количество байт для задания контрольной суммы;

$N_{pause}$  – количество байт для задания длительности паузы;

$N_{data}$  – количество байт для задания данных;

$F$  – рабочая частота канала, Гц;

$k$  – коэффициент учета стартового и двух стоповых битов.

Полное время обмена между устройствами равно сумме длительностей запроса и ответа, плюс длительность реакции адресуемого устройства. Последнюю величину можно оценить на основе экспериментальных измерений.

Автором был произведен эксперимент для ряда стандартных скоростей обмена. Результат приведен в виде графиков, представленных на рисунке 2. Предложенная система измерений фактической длительности получения отклика позволяет диагностировать процесс обмена информацией в АСУ путем подключения дополнительного контрольного ПЛК. Исследованная методика расчета моментов для переключения скоростей обмена по интерфейсу RS–485 обеспечивает предельные скорости опроса приборов проектируемой системы. Проведенные авторами эксперименты подтвердили корректность исследованных алгоритмов управления системой.

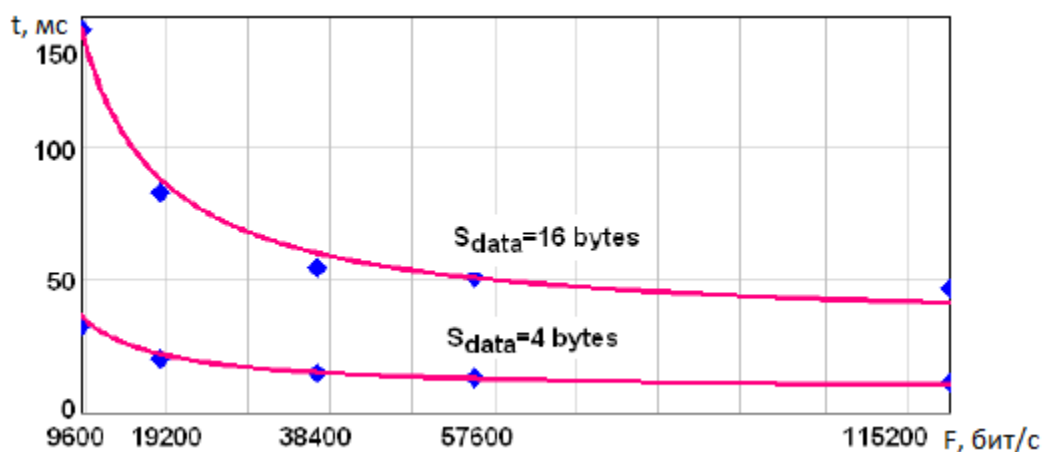


Рисунок 2 – Графики значений длительности опроса при разных скоростях обмена данными

В своей работе [4] Сапожников А.В. провел оценку качества передачи данных по каналам связи. Автор указывает, что существует два метода контроля каналов тональной частоты [17]:

- 1) контроль по первичным статистическим характеристикам;
- 2) контроль по вторичным статистическим характеристикам.

Автор провел обзор существующих видов каналов связи, оценил качество каждого из приведенных каналов связи, выявил преимущества и недостатки методов контроля и оценки качества каналов связи.

В работе [5] Якушева И.С. был проведен сравнительный анализ влияния физического уровня на характеристики беспроводной сети стандарта IEEE 802.11. Автор привел характеристику нескольких вариантов физического уровня данного протокола [18]. Данные приведены в таблице 1. Для проведения расчетов была использована математическая модель на основе цепи Маркова с некоторыми условиями:

- 1) все станции работают в режиме высокой нагрузки, т. е. у станции всегда имеется пакет, предназначенный для передачи;
- 2) вероятность возникновения коллизии не зависит от количества предшествующих попыток передачи.

Таблица 1 – Физические уровни стандарта IEEE 802.11

	802.11 (FHSS /DSSS)	802.11a	802.11g (pure/ hybrid)	802.11b
$\sigma$ , мкс	50 / 20	9	9/20	20
SIFS, мкс	28 / 10	16	16/10	10
DIFS, мкс	128/50	34	34/50	50
PHY <sub>hdr</sub> , мкс	96/144	4	4/76(148)	72(144)
PHY <sub>preambles</sub> , мкс	32/48	16	16/40(64)	24(48)
CW <sub>min</sub>	15/31	15	15/31	31
CW <sub>max</sub>	1023/1023	1023	1023/1023	1023
S, Мбит/с	1, 2 / 1, 2	6, 9, 12, 18,24, 36, 48, 54	6, 9, 12, 18,24, 36, 48, 54 / 1, 2, 5,5	1, 2, 5,5, 11

В работе автором был произведен расчет производительности. Пусть  $S$  – производительность, которая определяется как отношение полезной нагрузки к полной нагрузке [19]. Для того чтобы рассчитать  $S$ , автор проанализировал ситуацию, которая может произойти в случайно выбранном временном слоте.

Автор принял за величину  $P_{tr}$  – вероятность того, что хотя бы одна передача производится в рассматриваемом временном слоте. Так как  $n$  станций [20] конкурируют за доступ к каналу, каждая передает с вероятностью  $\tau$ :

$$P_{tr} = 1 - (1 - \tau)^n \quad (5)$$

Также, за величину  $P_s$  – вероятность того, что передача, происходящая в канале, успешна. Задается вероятностью, что только одна станция передает, при условии, что хотя бы одна передача в рассматриваемом временном слоте:

$$P_s = \frac{n\tau(1-\tau)n-1}{P_{tr}} = \frac{n\tau(1-\tau)n-1}{1-(1-\tau)n} \quad (6)$$

Вероятности  $\tau$  и  $p$  находятся путем численного решения нелинейной системы с двумя неизвестными:

$$\tau = \frac{2(1-2p)}{(1-2p)(W+1) + pW(1-(2p)^m)} \quad (7)$$

$$p = 1 - (1-\tau)^{n-1}, \quad (8)$$

где  $p$  – вероятность возникновения коллизии.

Якушев И.С. допустил, что  $S$  можно выразить как соотношение:

$$S = \frac{T_{payload}}{T_{all}}, \quad (9)$$

где  $T_{payload}$  – полезная нагрузка;

$T_{all}$  – полная нагрузка, которые заданы соответственно:

$$T_{payload} = P_s P_{tr} P_{pkt} \quad (10)$$

$$T_{all} = (1-P_{tr})T_{slot} + P_{tr}P_sT_s + P_{tr}(1-P_s)T \quad (11)$$

$$S = \frac{P_s P_{tr} P_{pkt}}{(1-P_{tr})T_{slot} + P_{tr}P_sT_s + P_{tr}(1-P_s)T_c}, \quad (12)$$

где  $T_{pkt}$  – длина пакета;

$P_s$  – вероятность успешной передачи пакета;

$P_{tr}$  – вероятность, что хотя бы одна станция передает пакет в данный момент времени;

$T_s$  – среднее время, которое канал остается занятым во время успешной передачи;  $T_c$  – среднее время, которое канал остается занятым во время возникновения коллизии;

$T_{slot}$  – длительность временного слота.

В дальнейшем автором были вычислены значения  $T_s$  и  $T_c$  для каждого физического уровня, представленного в таблице 1, также был произведен расчет среднего времени задержки, проведена сравнительная характеристика всех фи-

зических уровней протокола по критерию средней пропускной способности и средней задержки. Результаты приведены в таблице 2.

Вывод по результатам выполненной работы заключается в том, что физический уровень 802.11a/g является оптимальным для передачи пакетов малой длины, как по параметрам пропускной способности, так и задержки, независимо от количества станций и скорости передачи данных, а также в случае оптимального выбора физического уровня происходит уменьшение задержки в 3 раза и увеличение пропускной способности в 2,3 раза, по сравнению с неоптимальным вариантом, применительно для следующих условий: размер пакета 60 байт, скорость передачи данных 6 Мбит/с, количество узлов 20, к тому же, использование короткой преамбулы дает прирост пропускной способности в среднем на 40 % и уменьшение задержки в среднем на 30 %, применимо для условий: размер пакета 60 байт, скорость передачи данных 6 Мбит/с, количество узлов 20.

Таблица 2 – Сравнительные характеристики физических уровней

	802.11g длинная	802.11a	802.11b	802.11g	802.11	802.11b длинная
Пропускная способность	0,098	0,226	0,151	0,137	0,097	0,106
Средняя задержка, мс	17,51	5,97	11,4	12,67	13,66	16,28

Окончание таблицы 2

Средняя задержка, %	100	34,96	65,24	72,35	80,71	93,03
---------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------

В своей работе [6] Латышев Г.В., Латышев К.В., Мохов А.И., Чулков В.О. доказали, что особенностью построения систем автоматики, разрабатываемых для предприятий, является планирование сети передачи данных, также ими были применены методы инфографического метода [21] для решения данной задачи. Авторы считают, что при разработке схем, наряду с расчетом номинальных значений параметров элементов, необходимо рассчитывать эксплуатационные допуски на них, предусматривать в схеме средства, повышающие надежность устройства, а также позволяющие контролировать его исправность. Объединение элементов сетей автоматики в их базовых обозначениях позволяет получать схемы различной конфигурации с разным оборудованием и свойствами [22]. К примеру, на рисунке 3 приведена схема управления приточной установки нагрева воздуха.

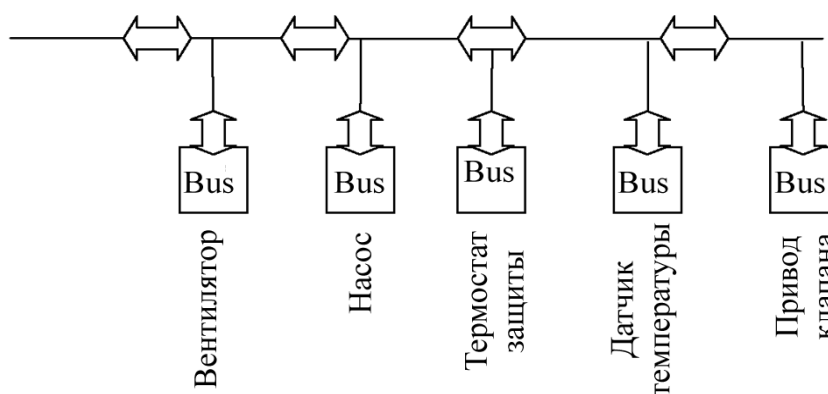


Рисунок 3 – Схема управления приточной установки нагрева воздуха

Авторы считают, что при постановке задачи оптимизации трафика сети данная схема должна быть скорректирована. Коррекция направлена на устранение следующих недостатков схемы [23]. В вышеприведенной сети любую «телеграмму» любого контроллера «слышат» абсолютно все узлы. При превышении числа контроллеров выше некоторого критического значения интенсивность сетевых коллизий начинает возрастать экспоненциально, что приводит к абсолютной парализации сети передачи данных [24]. Решить эту проблему можно, применяя маршрутизаторы, которые пропускают пакет через себя только в том случае, если получатель телеграммы находится на другой стороне маршрутизатора. Таким образом, маршрутизаторы разбивают сеть на кусочки, предотвращая «сетевой шум». Скорректированная схема сети с использованием маршрутизатора показана на рисунке 4.

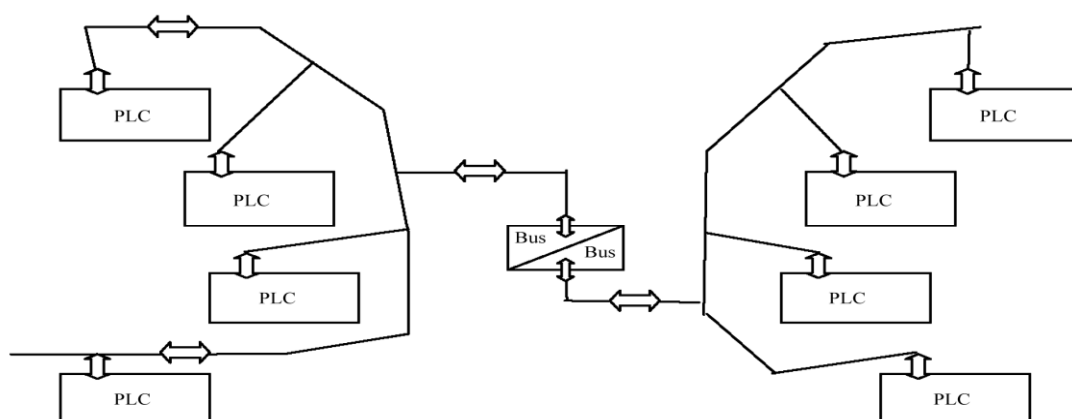


Рисунок 4 – скорректированная схема с применением маршрутизатора

Авторы считают, что схемы не только становятся средством организации коммуникации между специалистами, но и средством интеллектуальной организации систем управления, датчиков и приводов, когда в полной мере реализуется автоматизация производства и управления объектами, в частности крупных зданий. Эти схемы также служат и макетом для объяснения потребителю процессов функционирования крупного здания с системами автоматики, формируя тем самым у него нормы понимания и управления этими системами.

Репниковым В.Д. и Токаревым А.Б. в своей работе [7] был исследован и разработан алгоритм отбраковки и сравнения качества цифровых сигналов в каналах передачи данных. Целью сравнительной оценки качества авторы считают выделение подмножества сигналов с наименьшей величиной джиттера [25]. Под джиттером понимают фазовые помехи, приводящие к сравнительно быстрым колебаниям фронтов импульсов в канале связи относительно их идеальных положений [26]. Пример проявления джиттера сигнала приводится на рисунке 5.

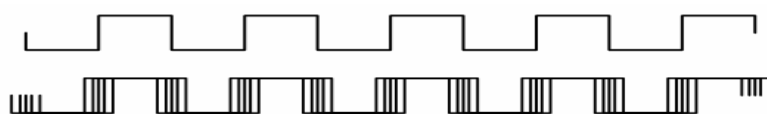


Рисунок 5 – Осциллограммы эталонного сигнала и сигнала, искаженного джиттером цифровых сигналов

Оценку расположения фронта сигнала авторы рассчитывают по правилу:

$$pos_i = \frac{T}{T_{ui}} \left[ idx + \frac{s[idx]}{(s[idx-1] - s[idx])} \right], \quad (13)$$

где  $s[i]$  – последовательность протектированных отсчетов;

$idx$  – номер отсчета, следующего за моментом переключения полярности;

$T$  – интервал дискретизации;

$T_{ui}$  – номинальная длительность элемента обрабатываемого сигнала.

Для предотвращения циклических бросков [27] в последовательности  $shift_i$  при ее расчете следует применять плавную итеративную подстройку контрольной точки  $ctrlP_i$ , используемой как опоры при формировании массива сигнала  $shift_i$ , а именно:

$$ctrlP_i = pos_1 - num_1 \quad (14)$$

Показателем интенсивности джиттера может служить оценка среднеквадратического отклонения величин  $shift_i$ , вычисляемая после компенсации выявленного линейного тренда [28].



Авторы делают вывод о том, что среднеквадратические значения оценок джиттера, как правило, оказываются завышенными, поэтому проанализированный алгоритм не следует использовать как средство измерения джиттера. Вместе с тем, для сравнения качества цифровых сигналов в нескольких каналах протестированная процедура подходит, т.к. несмотря на завышение результатов оценки демонстрирует монотонную зависимость между истинным и измеренным значениями. Увеличение истинного значения джиттера в среднем сопровождается возрастанием получаемых оценок [29].

В своей работе [8] Жилияков Е.Г., Белов С.П., Урсол Д.В. рассматривают метод формирования канальных сигналов с минимальным просачиванием энергии за пределы заданной частоты. Авторами приведены результаты вычислительных экспериментов по сравнению указанных методов в скорости передачи, эффективности занимаемой полосы и помехоустойчивости. Для оценивания помехоустойчивости и уровней просачивания энергии авторами использовались вычислительные эксперименты с помощью математического пакета MatLab.

Основными критериями определения эффективности метода передачи были установлены: просачивание энергии за пределы полосы частот, которая выделяется для передачи сформированного сигнала, помехоустойчивость, скорость передачи [30].

Для сравнительных исследований были выбраны два вида манипуляции [31] наиболее помехоустойчивая и с минимальной занимаемой полосой частот:

1) GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) – это гауссовская двухпозиционная частотная манипуляция с минимальным сдвигом, обладающая двумя особенностями, одна из которых – "минимальный сдвиг", другая – гауссовская фильтрация. Обе особенности направлены на сужение полосы частот, занимаемой GMSK–сигналом;

2) BPSK (Binary Phase–Shift Keying) – скачкообразное переключение фазы синусоидального сигнала на  $180^\circ$  при неизменной амплитуде, при этом фазе  $0^\circ$  ставится в соответствие логический нуль, а  $180^\circ$  логическая единица.

Вычисление количества энергии попавшей за пределы выбранной полосы рассчитывались по формуле:

$$E = 1 - \frac{\vec{x} \cdot A \cdot \vec{x}'}{\sum_{i=1}^N x_i^2}, \quad (15)$$

где  $\vec{x}$  – сформированный канальный сигнал;

A – субполосная матрица.

Результаты экспериментов представлены в таблице 3.

Оценивание помехоустойчивости моделируемых методов осуществлялось авторами следующим образом: выбирались различные уровни энергии белого шума по отношению к уровню энергии канального сигнала, на приемной стороне проводилась демодуляция и сравнение с исходной передаваемой информацией. Для средней оценки помехоустойчивости метода проводилось порядка  $10^6$  экспериментов, и результаты усреднялись. Вероятность ошибки рассчитывалась по следующей формуле:

$$P = \frac{N_{on}}{J \cdot N_{\text{экс}}}, \quad (16)$$

где  $N_{on}$  – количество неверно принятых бит на протяжении всех экспериментов;

$N_{\text{экс}}$  – количество экспериментов;

J – количество передаваемых бит.

На рисунке 6 представлены средние квадраты модулей трансформант Фурье.

Таблица 3 – Доля энергии за пределами частотного диапазона

Оптимальный метод	0,001673
GMSK	0,043116
BPSK	0,360282

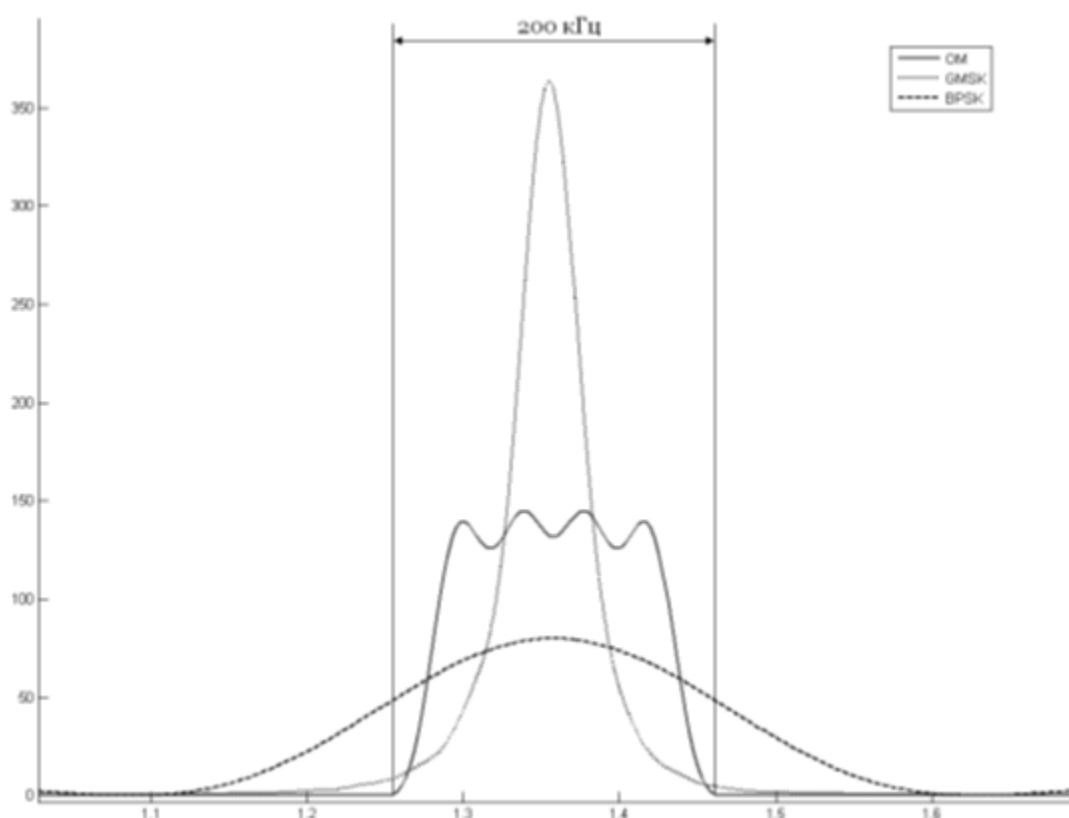


Рисунок 6 – Среднее распределение энергии сравниваемых методов формирования канальных сигналов в заданной частотной полосе

В таблице 4 авторами приведены результаты эксперимента по проверке помехоустойчивости моделируемых методов, при различных соотношениях сигнал/шум.

Таблица 4 – Вероятность ошибки при различных уровнях соотношений сигнал/шум

Шум/Сигнал	Оптимальный метод	BPSK
10	0,32546	0,32589
4	0,13346	0,13225
2	0,01306	0,01267
1,33	0,00041	0,00045
1	3,75e-006	3,75e-006
0,5	0	0

Разработанный метод позволяет существенно повысить эффективность использования частотных ресурсов путем минимизации доли энергии за пределами заданного частотного интервала, также при этом существенно понизить интерференцию между соседними каналами. Также, сформированный каналный сигнал обладает помехоустойчивостью сравнимой с наиболее помехоустойчивой двоичной фазовой манипуляцией, без потерь в скорости передачи информации.

Лукиянов В.С. и Кузнецова Е.С. в своей статье [9] рассматривали вопросы в области исследования надежности каналов передачи данных в автоматизированных системах управления [32]. Авторы представили процесс функционирования каналов в виде последовательности интервалов исправной работы и перерывов связи, моменты возникновения которых, считаются независимыми. Средняя длительность задержки передачи, обусловленная указанными перерывами связи, будет зависеть:

- 1) от установленного для канала связи допустимого времени перерыва;
- 2) от порога сдачи канала связи  $t_{сд}$  на восстановление предприятию связи;
- 3) от стратегии обслуживания отказавших каналов.

Таким образом, при использовании кабельных каналов для обмена информацией между объектами АСУ среднее время задержки передачи определенно-

го объема информации при каждом возникновении самоустраниющихся и устойчивых отказов существенно зависит от надежности каналов связи и стратегий их обслуживания [33]. Приведенные данные используются при построении имитационных моделей систем работающих в реальном масштабе времени. Для примера авторы приводят структуру и результаты моделирования тракта передачи данных с двукратным резервированием рабочего канала, которые изображены на рисунках 7 и 8.

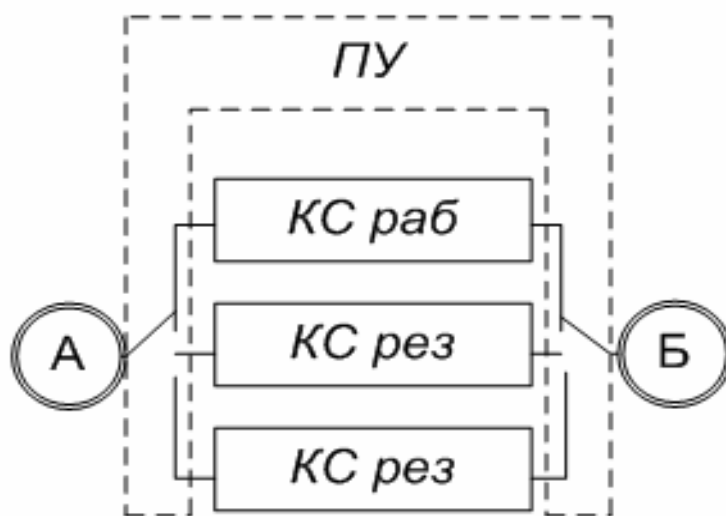


Рисунок 7 – Структура тракта передачи данных

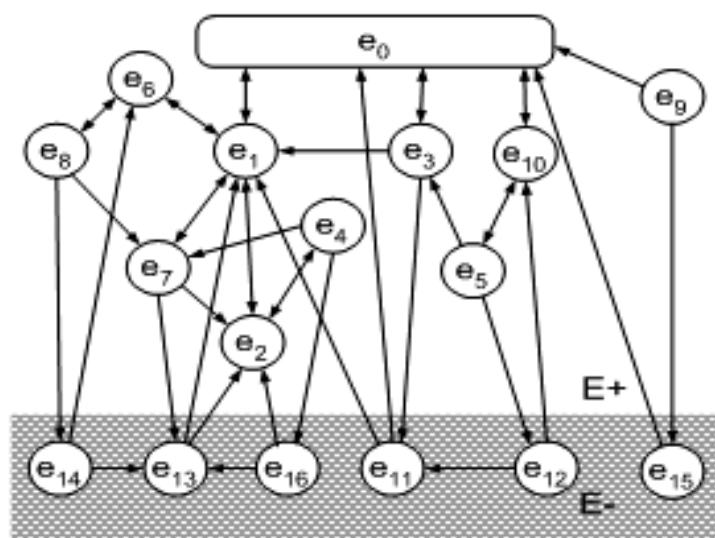


Рисунок 8 – Граф возможных состояний тракта

В процессе функционирования тракта авторы выделили следующие состояния:

- $e_0$  – все оборудование исправно;
- $e_1$  – отказал один резервный канал, остальные исправны;
- $e_2$  – отказали резервные каналы при исправном рабочем;
- $e_3$  – отказал рабочий канал при исправных резервных;
- $e_4$  – отказал рабочий канал при неисправных резервных;
- $e_5$  – отказало ПУ 1–го рода при отказе рабочего канала и исправных резервных;
- $e_6$  – отказало ПУ 1–го рода при неисправном резервном канале и исправных остальных каналах;
- $e_7$  – отказал рабочий канал при одном исправном и одном неисправном резервных каналах;
- $e_8$  – то же самое, что и состояние  $e_7$ , но отказало ПУ 1–го рода;
- $e_9$  – отказало ПУ 2–го рода;
- $e_{10}$  – отказало ПУ 1–го рода и все каналы исправны;
- $e_{11}$  – отказал рабочий канал при исправных резервных, но  $t_{\text{п}} > t_*$ ;
- $e_{12}$  – отказало ПУ 1–го рода при отказавшем рабочем канале и исправных резервных, но время восстановления канала  $\tau_{\text{в}}^{(\text{К})}$  и  $\tau_{\text{в}}^{(\text{ПУ})}$  больше  $t_*$ ;
- $e_{13}$  – отказал рабочий канал при одном исправном резервном и  $t_{\text{п}} \geq t_*$ ;
- $e_{14}$  – отказало ПУ 1–го рода при отказавшем рабочем канале и одном исправном резервном, но  $\tau_{\text{в}}^{(\text{К})} \geq t_*$ ,  $\tau_{\text{в}}^{(\text{ПУ})} \geq t_*$ ;
- $e_{15}$  – отказало ПУ 2–го рода и  $\tau_{\text{в}}^{(\text{ПУ})} \geq t_*$ ;
- $e_{16}$  – отказал рабочий канал при неисправных резервных и  $\tau_{\text{в}}^{(\text{К})} \geq t_*$

На основании данной структуры авторами реализована имитационная модель системы. Выполнены расчеты для основных показателей надежности: принятого критерия отказа канала  $t_*$ , который оказывает влияние на среднее время наработки на отказ  $T_{\text{от}}$ , на среднее время восстановления  $T_{\text{в}}$  и коэффици-

ент готовности канала  $K_r$ . Результаты представлены авторами в виде графиков, изображенных на рисунках 9 и 10.

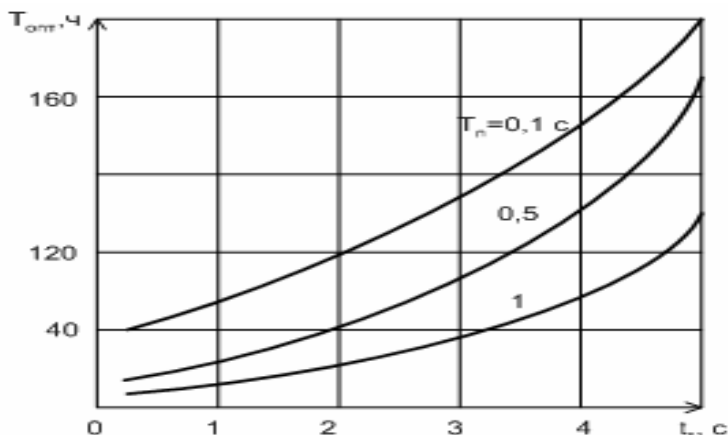


Рисунок 9 – Графики для оценки влияния временной избыточности  $t_*$  на среднее время наработки на отказ  $T_{от}$

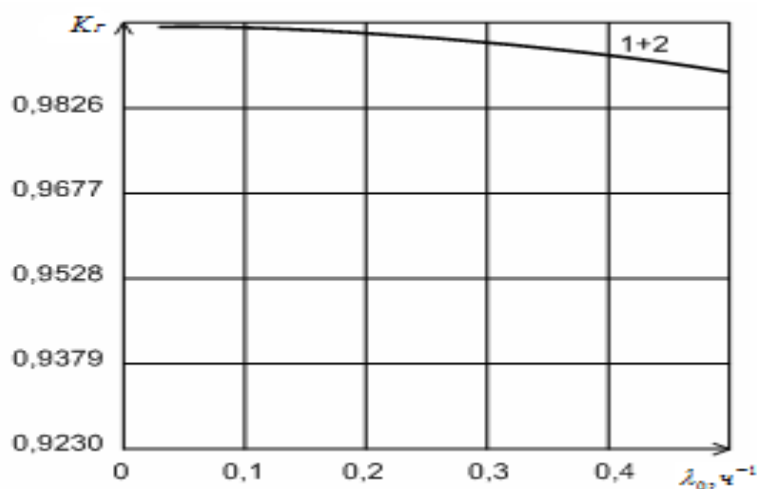


Рисунок 10 – График для оценки влияния интенсивности отказов каналов  $\lambda_0$  на коэффициент готовности тракта

Авторами был сделан вывод о том, что интенсивность отказов и восстановлений каналов тракта меньше влияет на показатели надежности, чем интенсивность отказов ПУ, также при увеличении кратности резервирования рабочего канала в большей степени начинает сказываться изменение временной избыточности тракта на показатели его надежности.

Кулешов С.В. в своей статье [10] рассмотрел тенденцию развития цифровых каналов связи, вывел ограничения, накладываемые на функционирование

каналов. Автор указывает на проблему тесной интеграции интерфейсных и сервисных функций с радиомодулем [34], что, с одной стороны, делает дешевой реализацию устройств, для которых стандарты изначально были разработаны, но, с другой стороны, препятствует применению готовых стандартов обмена данными в новых устройствах [35]. Автор предложил способ унификации структуры каналов связи для упрощения интеграции заново разрабатываемых систем и сформулировал базовые ограничения на каналы связи.

Традиционный унарный канал передачи данных [36], изображенный на рисунке 11, использующий радиоканал, представляет собой систему подготовки контента для более эффективной модуляции несущей с генератора  $G$ , причем способ подготовки и тип модуляции определяют протокол связи.

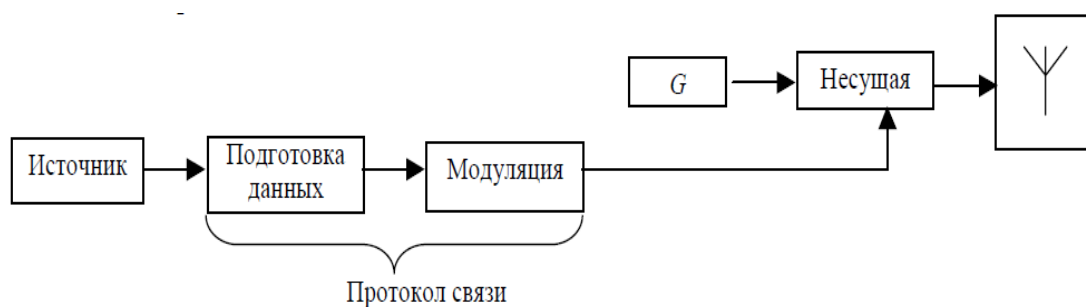


Рисунок 11 – Структурная схема унарного канала передачи данных

Автор предложил в целях унификации структуры цифровых каналов передачи данных рассмотреть более подробную схему (изображенная на рисунке 12), абстрагируясь от физической природы среды унарного канала передачи данных и допуская возможность модификации данных для их компрессии, шифрования [37]. Кулешов С.И. предложил принять за величины  $X$ ,  $Y$  — битовую последовательность данных источника и приемника соответственно, за  $S_X$  и  $S_Y$  — скорость потока данных источника и приемника соответственно, измеряемую в бит/с,  $L_X$ ,  $L_Y$  — длину битовой последовательности данных источника и приемника соответственно, измеряемую в бит,  $S(t)$  — динамическую скорость потока данных в момент времени  $t$ , измеряемую в бит/с.





Рисунок 12 – Предложенная автором структурная схема канала передачи данных

При однократной передаче сообщения будем считать  $0 < S_X < S_{max}$ , т.е. скорость потока  $S_X$  ограничена сверху физическими возможностями источника (скоростью считывания  $S_{max}$ ). В случае необходимости передачи сообщения в реальном времени существуют следующие ограничения:

$$S_{min} < S_X < S_{max}, \quad (17)$$

где  $S_{min}$  – скорость передачи данных, ограниченная особенностями передаваемого контента.

В соответствии с определением цифровой коммуникации, передаваемые данные должны быть приняты неизменными, т.е.:

$$X = Y \Rightarrow L_X = L_Y, \quad (18)$$

что позволяет записать следующее ограничение на параметры цифрового канала связи:

$$C\tau \geq L_X, \quad (19)$$

где  $C$  — пропускная способность цифрового канала;

$\tau$  — время передачи данных, мс.

Используя это соотношение, автор считает, что можно оценить необходимую минимальную пропускную способность канала для сообщения  $X$  при заданном времени передачи  $\tau$  или минимальное время передачи при заданной пропускной способности канала  $C$ .

Основное свойство цифрового канала связи — возможность управления параметрами передачи данных в целях оптимизации времени передачи и скорости канала — определяется двумя способами:

$$\int_{\tau} S(t) dt \leq C\tau \quad (20)$$

$$\sum_{\tau} S(t) \Delta t \leq C\tau, \quad (21)$$

где  $\Delta t = L_x / S_x$  — временной отрезок, на котором значение  $S$  постоянно.

Этим свойством определяется возможность передачи потока данных, скорость которого в некоторые моменты времени может превышать пропускную способность канала:  $S(t) > C$  [38]. Учитывая постулат Колмогорова о существовании программы  $p$  для передачи последовательности  $X$ , причем  $L(p) \leq L_x$ , получаем соотношение:

$$S(t) + \delta \leq SX \Rightarrow C \leq S_x, \quad (22)$$

при однократной передаче данных  $\delta \leq C$ , при периодической  $C \sim E$ , где  $E$  — энергетические затраты на организацию канала с пропускной способностью  $C$ .

Приведенные соотношения, определяющие ограничения пропускной способности каналов, автор представил графически. Пример изображен на рисунке 13.

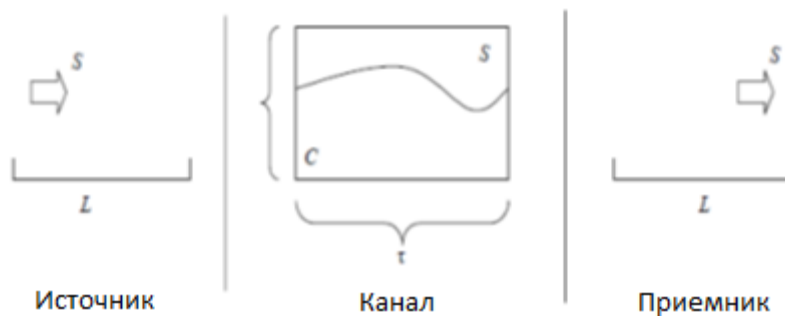


Рисунок 13 – Графическое изображение пропускной способности канала

Пацей Н.Е. в своей статье [11] поставил задачу для заданного количества источников потребления энергии [39] при статистических данных о потребляемых активной и реактивной мощностях определить количество устройств сбора первичных данных (УСПД), необходимых для реализации системы, преобразовать полученную схему таким образом, чтобы усреднить УСПД по суммарной учитываемой подключенным к ним счетчиками энергии [40], определить структуру системы и ее характеристики при использовании всего количества УСПД. Автор предложил представить искомую структуру в виде матрицы  $S_{k \times c}$ , где  $k$  – максимальное количество УСПД,  $c$  – количество точек учета. Элемент матрицы  $S_{ij} = 1$ , если существует соединение между точкой учета и УСПД, и  $S_{ij} = 0$ , если оно отсутствует, при этом  $i = 1, 2, \dots, k$ ;  $j = 1, 2, \dots, c$  [41].

Исходные данные автор представляет в виде двух матриц:

1)  $E_{t \times x}$  – матрица потребления энергии, где  $t$  – количество типов энергии, учитываемое  $j$ -м источником, причем первая строка матрицы содержит данные об активной потребленной энергии, а вторая – реактивной;

2)  $L_{k \times x}$  – матрица расстояний,  $L_{ij}$  соответствует расстоянию между  $i$ -м устройством УСПД и  $j$ -м источником.

Так как в системе могут использоваться счетчики, различные по видам учитываемой энергии, то справедливо вести расчет с использованием строки матрицы  $E$ , в которой представлены данные об активной энергии  $E$  [42].

Исходя из того, что в большинстве проектируемых систем такого вида соединение устанавливается между точкой учета и ближайшим УСПД, то матрица  $S_{k \times c}$  находится исходя из следующих условий:

$$S_{ij} = 1, L_{ij} = \min(L_{1j}, L_{2j}, \dots, L_{kj}) \quad (23)$$

$$S_{ij} = 0, L_{ij} \neq \min(L_{1j}, L_{2j}, \dots, L_{kj}), \quad (24)$$

где  $j = 1, 2, \dots, c$  [43].

По полученной матрице автор вычисляет матрицу  $U_k$ , определяющую состояние УСПД: активное, т.е. устройство используется в искомой системе, либо неактивное – устройство не имеет действующих соединений с точками учета, но может быть использовано для оптимизации системы либо при подключении дополнительных точек учета. Матрица  $U_k$  является столбцовой, элементы которой находятся по формуле:

$$U_j = \sum_{i=1}^c S_{ij} \quad (25)$$

Таким образом,  $U_j$  определяет количество точек учета, для которых данное УСПД является предпочтительным, если  $U_j = 0$ , то данное устройство сбора первичных данных может классифицироваться как неактивное [44].

Далее автор предлагает определить матрицу весов значимости каждого УСПД в системе:

$$W_k = \frac{S_i^{(1)} \cdot E_{1,c}^T}{\sum_{j=1}^c E_{1,j}}, \quad (26)$$

следовательно, чем больше  $W_j$ , тем ощутимее отказ  $j$ -го УСПД.

Автор предполагает, что зависимость системы от отказов УСПД можно выразить через дисперсию весов значимости устройства сбора первичных данных:

$$D(W_j) = M(W_j - M(W_j))^2 \quad (27)$$

Оптимизацию исходной схемы Пацей Н.Е. проводит по следующим критериям:

$$0 \leq (L_{ij} - \min(L_{1j}, L_{2j}, \dots, L_{kj})) \rightarrow \min \quad (28)$$

$$\left[ S_i^{(1)} \cdot E_{1,c}^T - \frac{\sum_{j=1}^c E_{1,j}}{n} \right] \rightarrow \min, \quad (29)$$

где  $n$  – число активных устройств сбора первичных данных в схеме.

Автор считает, что таким образом задача синтеза структуры системы сбора данных сводится к оптимизационной задаче поиска экстремума.

Автор допускает, что необходимо реализовать систему сбора данных для 12 точек учета. Максимально допустимое количество используемых устройств сбора первичных данных равно семи. Определены места предварительного расположения каждого УСПД и протяженность возможных линий передачи данных между ними и точками учета (ТУ), при этом определены интерфейсы передачи данных для каждой ТУ [43]. Таким образом, матрица  $L$  имеет вид:

$$L = \begin{bmatrix} 123 & 657 & 786 & 239 & 876 & 123 & 345 & 982 & 213 & 877 & 456 & 634 \\ 346 & 543 & 300 & 1423 & 951 & 1028 & 1117 & 609 & 1577 & 1219 & 856 & 734 \\ 239 & 642 & 1253 & 719 & 896 & 143 & 10 & 754 & 977 & 425 & 345 & 346 \\ 342 & 714 & 949 & 1297 & 452 & 856 & 1253 & 798 & 398 & 1552 & 772 & 745 \\ 579 & 1337 & 457 & 156 & 555 & 886 & 743 & 794 & 1528 & 1996 & 915 & 758 \\ 138 & 649 & 1441 & 115 & 2 & 1311 & 5 & 794 & 525 & 273 & 765 & 1032 \\ 128 & 896 & 774 & 525 & 447 & 993 & 873 & 1026 & 1330 & 830 & 284 & 817 \end{bmatrix}$$

Матрица  $E$  имеет вид:

$$E = [384,04 \ 1069,2 \ 500,7 \ 0,94 \ 55,53 \ 18,78 \ 684,8 \ 958,8 \ 375,4 \ 0,81 \ 49,16 \ 13,61]$$

Автор приводит вид исходной матрицы  $S^{(1)}$ , определяемой на основании значений элементов матрицы  $L$  и условий (28) и (29), который изображен на рисунке 14. Дисперсия коэффициентов значимости устройств сбора первичных данных для системы  $S^{(1)}$  равна 0,04935.

$$S^{(1)} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Рисунок 14 – Вид исходной матрицы  $S^{(1)}$

Оптимизированную матрицу  $S^{(2)}$  автор получает пошаговым определением наличия связи между ТУ- $j$  и УСПД- $i$ , двигаясь от точки учета, которой соответствует максимальное значение матрицы  $E$ , к точке учета, которой соответствует минимальное значение матрицы  $E$ , при начальном нулевом значении всех элементов матрицы  $S^{(2)}$ . Полученная матрица  $S^{(2)}$  изображена на рисунке 15.

Дисперсия коэффициентов значимости УСПД для системы  $S^{(2)}$  равна 0,00909. Использование дополнительных УСПД позволяет получить по описанному выше алгоритму матрицу соединений  $S^{(3)}$ , изображенную на рисунке 16.

$$S^{(2)} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad S^{(3)} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Рисунок 15 – Матрица  $S^{(2)}$

Рисунок 16 – Матрица  $S^{(3)}$

Из рисунка 16 видно, что использование УСПД–5 возможно только при увеличении точек учета либо при изменении места расположения УСПД–5 []. Дисперсия коэффициентов значимости УСПД для системы  $S^{(3)}$  равна 0,00406.

На рисунке 17 автор предоставил график, иллюстрирующий законы распределений значимости отдельного УСПД при реализации системы по схеме  $S^{(1)}, S^{(2)}, S^{(3)}$ .

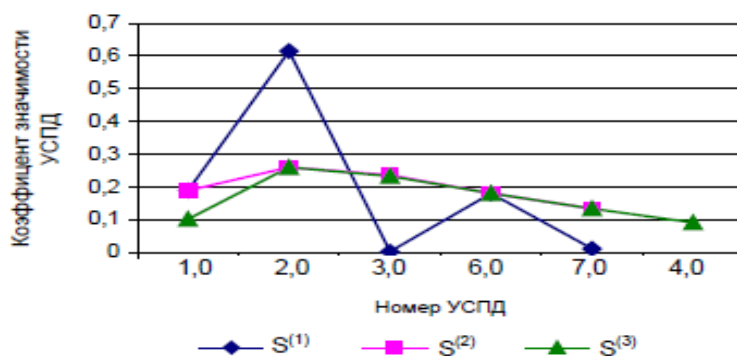


Рисунок 17 – График закона распределений значимости

Автор делает вывод о том, что таким образом, можно получить более равномерный закон распределения значимости УСПД, что позволяет сделать систему более независимой от отказа конкретного УСПД. В качестве развития метода возможно введение матрицы состояний связи, которая даст возможность учитывать качество линий связи, условия, сложность прокладки и другие факторы при проектировании и оптимизации структуры системы сбора данных.

#### Выводы по разделу один

В первом разделе был произведен обзор литературы, предложенный НИ ОКР ООО фирмы «Альбион», доказавший актуальность проблемы снятия с приборов учета данных на предприятиях, расположенных отдаленно либо на труднодоступной территории. Поэтому для достижения цели работы были поставлены следующие задачи:

- 1) произвести обзор существующего протокола обмена передачи данных, использующегося при производстве приборов учета ООО фирмой «Альбион»;
- 2) разработать электрические схемы проектируемого коммуникатора;
- 3) произвести расчет электрических схем для проверки допустимости подключения коммуникатора к порту USB по цепи 5В без предварительной перенастройки порта на повышенное энергопотребление;
- 4) на основе разработанных схем спроектировать коммуникатор, необходимый для реализации снятия данных ручным способом с приборов учета электроэнергии на отдаленных предприятиях;
- 5) разработать специализированное программное обеспечение, реализующее связь между проектируемым коммуникатором и используемыми приборами учета электроэнергии.



## 2 ОБЗОР РАЗРАБОТАННОГО НИ ОКР ООО ФИРМЫ «АЛЬБИОН» ПРОТОКОЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

### 2.1 Описание протокола

Обмен данными по протоколу производится по схеме ведущий – ведомый, в которой роль ведущего устройства исполняет процессор сбора данных. Счетчики [45] обслуживают запросы ведущего устройства и являются ведомыми. Любое взаимодействие в этой схеме инициируется ведущим и выражается в посылке сообщения (пакета) только одному ведомому устройству или же всем сразу (т.н. широковещательный запрос). Ответное сообщение формируется ведомым устройством [46], адрес которого указан в запросе; на широковещательный запрос ответ не передается, за исключением запросов установки сетевого адреса и чтения серийного номера счетчика. Адрес ведомого – это первый байт запроса, значение которого, равное 255, означает широковещательный запрос. На некорректно принятые запросы (например, ошибка контрольной суммы, таймаут приема запроса и др.) ответы не посылаются. Корректно принятый запрос может быть отвергнут адресуемым устройством, если оно не может выполнить этот запрос. В таком случае в заголовке ответного сообщения в поле кода ошибки будет указано ненулевое значение.

Скорость передачи – изменяемая от 2400 до 115200 бод. Режим передачи – 8 бит без проверки на четность, 1 стоп-бит, младшие биты вперед. Байты в последовательностях запросов и ответов должны идти друг за другом, без разрывов во времени, т.е. за стоповым битом предыдущего байта должен следовать стартовый бит следующего байта, если он есть. Критерием окончания любой последовательности (фрейма) является гарантированный тайм-аут, длительность которого примерно равна времени передачи 4-х байтов на выбранной скорости.

Запрос или ответ счетчика на запрос не могут быть посланы раньше тайм-аута, после окончания предыдущего запроса. Адресованный счетчик всегда отвечает на любые корректные запросы.

										<i>Лист</i>
										34
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						

270404.2017.448 ПЗ ВКР

Счетчик предполагает двухуровневую схему доступа к данным. Нижний уровень обеспечивает передачу данных от счетчика к пользователю и не защищен паролем. Верхний уровень доступа защищен паролем и используется для установки следующих параметров счетчика:

- 1) время счетчика;
- 2) правила перехода на летнее и зимнее время;
- 3) пароль.

Заводской пароль изначально задан при производстве счетчика и указан в техпаспорте счетчика. Пользователь может дополнительно сформировать "свой" пароль и также использовать его в вышеуказанных целях. Оба пароля равноценны, пароль пользователя можно переопределять.

Пакеты запросов и ответов начинаются с заголовка, затем следуют данные и два байта циклической контрольной суммы (CRC).

Заголовки запроса и ответа начинаются с обязательной части (команда CommonHdr), изменение которой в дальнейшем должно быть запрещено, и продолжения (в запросе ReqHdr, в ответе ResHdr), длина и содержание которых зависят от значений полей "device\_id" и "protocol\_id".

Переменные всех типов, длина которых более одного байта, передаются в счетчик и из него, начиная с младшего по значению байта.

Обязательная часть заголовка состоит из одного пяти байтов:

- первый байт – адрес ведомого устройства;
- второй и третий байты (unsigned short) – длина всего пакета в байтах;
- четвертый байт – идентификатор устройства;
- пятый байт – модификация протокола.

Некоторые запросы в поле адреса ведомого могут содержать 255, т.е. являются широковещательными.

Подзаголовок запроса состоит из одного байта – кода операции. Подзаголовок ответа состоит из десяти байтов:

- первый байт – код операции;

– второй байт – аппаратное состояние устройства (битовая маска), в котором возможны следующие значения:

1) 0x01 – обнаружен сбой памяти (счетчик неисправен, данные недостоверны – бит не сбрасывается).

2) 0x02 – показания часов неправильные (например, 32–е число и т.п.).

3) 0x80 – неисправность дисплея счетчика.

– третий байт – логическое состояние устройства (битовая маска), в котором возможны следующие значения:

1) 0x01 – отсутствие напряжения в фазе А.

2) 0x02 – отсутствие напряжения в фазе В.

3) 0x04 – отсутствие напряжения в фазе С.

4) 0x08 – наличие нового события в журнале счетчика.

5) 0x80 – первый ответ после включения счетчика.

– четвертый байт – код ошибки, при этом, если код ошибки не равен 0, то требования запроса по какой–либо причине не выполнены;

– с пятого по восьмой байт – время счётчика по Гринвичу в секундах с начала 2000–го года (UTC формат).

– девятый байт – текущее смещение местного времени относительно UTC в часах

– десятый байт (unsigned long) – серийный номер счётчика.

Во всех ответах измеряемые параметры передаются такого типа:

1) активная мощность – Вт;

2) реактивная мощность – Вар;

3) напряжение – В;

4) активная энергия – Вт·час;

5) реактивная энергия – Вар·час [47].

Форматы команд, поля данных, зависящие от типа запроса/ответа, представлены ниже. Правила формирования CRC (контрольной суммы) описаны в приложении А.

1) команда «Установить сетевой адрес» – #define OC\_SET\_ADDR;

Код команды – 0, допускается широковещательная передача, ответ посыла-  
ется всегда [48].

Данные запроса:

- с первого по четвертый байт – серийный номер счётчика;
- пятый байт адрес.

Данные ответа:

– с первого по четвертый байт – серийный номер счётчика. Ответ пере-  
дается всегда. При попытке установить адрес 255, счётчик не меняет свой ад-  
рес. Запрос отвергается, если длина данных запроса не равна 5, при этом код  
ошибки – 3.

2) команда «Установить скорость обмена» – #define OC\_SET\_BRATE;

Код команды – 1, допускается широковещательная передача, ответ посыла-  
ется, если запрос не широковещательный [49].

Данные запроса:

Первый байт – код скорости (занимает 1 байт), в нем указывается скорость  
чтения и записи. Каждому значению кода присвоена своя скорость, к примеру,  
если код – 3 данное значение соответствует скорости 2400 бод, код – 4 – 4800,  
код – 5 – 9600 бод, код – 6 – 19200 бод, код – 7 – 38400 бод, код – 8 – 57600  
бод, код – 9 – 115200 бод. Для любых других значений кода будет установлена  
скорость 19200 бод.

Данные ответа: отсутствуют.

Ответ на этот запрос посылается на прежней скорости. Переход на новую  
скорость производится после передачи последнего байта ответа. Запрос отвер-  
гается, если длина данных запроса не равна 1, при этом код ошибки – 3.

3) команда «Коррекция времени» – #define OC\_CORRECT\_TIME;

Коррекция времени допускается один раз в течение получаса на величину  
не более 5-ти секунд. Код – 2, допускается широковещательная передача, ответ  
посылается, если запрос не широковещательный [50].

Данные запроса:

- с первого по четвертый байт – любой из двух паролей;
- с пятого по десятый байт – ответ:

struct

```
{byte year, month, day, hour, minute, second;  
} DatTim;
```

Данные ответа: отсутствуют.

Запрос отвергается в следующих случаях:

- если длина данных запроса меньше 10 (код ошибки – 3);
- неверный пароль (код ошибки – 2);
- при попытке изменить время больше чем на 5 секунд (код ошибки – 5).

4) команда «Прочитать серийный номер счётчика» – #define  
OC\_GET\_SERIAL;

Код команды – 3, также допускается широковещательная передача, ответ посылается всегда.

Данные запроса: отсутствуют.

Данные ответа: 4 байта – серийный номер счётчика.

5) команда «Прочитать паспортные данные счётчика» – #define  
OC\_READ\_PASSPORT;

Код команды – 19, широковещательная передача не поддерживается.

Данные запроса: отсутствуют.

Данные ответа:

- с первого по четвертый байт – серийный номер счётчика;
- пятый и шестой байт – версия ПО счётчика;
- с седьмого по двадцать шестой байт – ответ:

type\_str // новая вставка;

- с двадцать седьмого по 30 байт – модификация счётчика;
- тридцать первый байт – код изготовителя;

– с тридцать второго по тридцать пятый байт – время производства счётчика в секундах с начала 2000–го года;

– с тридцать шестого по тридцать девятый байт – время последней проверки счётчика в секундах с начала 2000–го года.

б) команда «Установить новый пароль пользователя» – #define OC\_SET\_PASSWORD;

Код команды – 4, широковещательная передача не поддерживается.

Данные запроса:

– с первого по четвертый байт – "заводской" или пароль пользователя;

– с пятого по восьмой байт – новый пароль пользователя.

Данные ответа: отсутствуют.

Запрос отвергается в следующих случаях:

– если длина данных запроса не равна 8 (код ошибки = 3);

– если пароль неверен (код ошибки = 2).

7) команда «Установить время/правила перехода на летнее и зимнее время» – #define OC\_WRITE\_TIME\_ZONE\_INFO;

Код команды – 5, широковещательная передача не поддерживается.

Данные запроса:

– с первого по четвертый байт – любой из двух паролей;

– пятый байт – часовой пояс, задается в часах.

Переход на зимнее время:

– шестой байт – год относительно 2000 г., 0 – для задания правил перехода;

– седьмой байт – месяц;

– восьмой байт – день;

– девятый байт – час;

– десятый байт – минута;

– одиннадцатый байт – секунда;

Переход на летнее время:

– двенадцатый байт – год относительно 2000 г., 0 для задания правил перехода;

– тринадцатый байт – месяц;

– четырнадцатый байт – день;

– пятнадцатый байт – час;

– шестнадцатый байт – минута;

– семнадцатый байт – секунда;

– восемнадцатый байт – дополнительное смещение летнего времени (в часах).

Если величина года не равна нулю, то дата и время задаются в местном времени, причем значения минут и секунд не используются. В противном случае заданы правила вычисления даты и часа перехода на летнее или зимнее время. Поле день означает номер недели в месяце (с первой по пятую, пятая – последняя неделя месяца), поле секунды означает день недели (от 0 до 6, воскресенье присвоено значение 0, субботе – 6), поле минуты не используется.

Данные ответа: отсутствуют.

Ошибки возможны:

1) если длина данных запроса не равна 18 (код ошибки = 3);

2) пароль не верен (код ошибки = 2);

3) есть ошибка в данных запроса (код ошибки = 6).

8) команда «Прочитать время/правила перехода на летнее и зимнее время» – #define OC\_READ\_TIME\_ZONE\_INFO;

Код команды – 15, широковещательная передача не поддерживается.

Данные запроса: отсутствуют.

Данные ответа:

– первый байт – часовой пояс, задается в часах.

Переход на зимнее время:

– второй байт – год относительно 2000 г., 0 для задания правил перехода;

– третий байт – месяц;

- четвертый байт – день;
- пятый байт – час;
- шестой байт – минута;
- седьмой байт – секунда.

Переход на летнее время:

- восьмой байт – год относительно 2000 г., 0 для задания правил перехода;
- девятый байт – месяц;
- десятый байт – день;
- одиннадцатый байт – час;
- двенадцатый байт – минута;
- тринадцатый байт – секунда;
- четырнадцатый байт – дополнительное смещение летнего времени (в часах).

Если время/правила перехода на летнее и зимнее время не заданы в счетчике, то его поясное время равно времени по Гринвичу, в ответе будут только нули.

9) команда «Установить время» – #define OC\_SET\_TIME;

Код команды – 6, широковещательная передача не поддерживается.

10) команда «Чтение оперативных данных из архива» – #define OC\_OPER;

Для этого запроса термином TimeSQN обозначается время в минутах, прошедших с начала 2000–го года по Гринвичу. Счётчик хранит в кольцевом буфере значения мощностей и энергий "защёлкнутые" в начале минуты, эти значения помечены величиной TimeSQN. Размер буфера – 64 записи. Код = 9, широковещательная передача не поддерживается [51].

Данные запроса:

- первый байт (dir) – интересующее направление передачи энергии (при значении 0 – энергия не нужна, 1 – прямое, 2 – обратное, 3 – оба);
- второй байт – количество записей;



– с третьего по шестой байт – TimeSQN первой интересующей записи.

Данные ответа:

– первый байт – период записи в архив данных оперативных измерений (в минутах);

– второй байт – интересующее направление передачи энергии (повторение 1-го байта запроса);

– с третьего по шестой байт – TimeSQN первой передаваемой записи;

– седьмой байт – количество передаваемых далее записей.

Затем следуют записи следующего формата:

Первый байт – битовая маска, определяющая "качество" данной записи, к примеру:

– #define REC\_VALID: 0x01 бит 0: если 0 – данных нет (обязан быть = 1);

– #define REC\_TIME: 0x04 бит 3: если 1, то в течение данной минуты произведена коррекция или установка времени;

– #define REC\_RESET: 0x10 бит 4: если = 1 – первая запись после включения счетчика;

– #define REC\_ADUC\_ERR: 0x20 бит 5: если = 1 – данные недостоверны (в течение данной минуты от измерительного процессора были сообщения об аппаратной ошибке);

Фаза А:

– 4 байта типа float – активная мощность;

– 4 байта типа float – реактивная мощность;

– 4 байта типа float – напряжение;

– 4 байта типа float – ток.

Фаза В:

– 4 байта типа float – активная мощность;

– 4 байта типа float – реактивная мощность;

– 4 байта типа float – напряжение;

- 4 байта типа float – ток.

Фаза С:

- 4 байта типа float – активная мощность;
- 4 байта типа float – реактивная мощность;
- 4 байта типа float – напряжение;
- 4 байта типа float – ток.

Затем следуют условия:

- если dir = 0, то дополнительные значения отсутствуют;
- если dir = 1, то присваиваются 3x4 байтам значения – накопленная энергия активная, индуктивная (квадрант I), емкостная (квадрант IV) в прямом направлении (чтение);

- если dir = 2, то присваиваются 3x4 байтам значения – накопленная энергия активная, индуктивная (квадрант III), емкостная (квадрант II) в обратном направлении (запись);

- если dir = 3, то присваиваются 6x4 байтам значения – накопленная энергия в обоих направлениях:

1) активная, индуктивная (квадрант I), емкостная (квадрант IV) энергия в прямом направлении;

2) активная, индуктивная (квадрант III), емкостная (квадрант II) энергия в обратном направлении.

Если TimeSQN запроса больше TimeSQN последней имеющейся у счётчика записи, будет передана эта последняя запись [].

11) команда «Чтение текущих оперативных данных» – #define OC\_OPER\_CURR;

Данные запроса:

- первый байт (dir) – интересующее направление передачи энергии (при значении 0 – энергия не нужна, 1 – прямое, 2 – обратное, 3 – оба).

Данные ответа:

– первый байт (dir) – интересующее направление передачи энергии (повторение байта запроса).

Затем одна запись следующего формата:

Фаза А:

- 4 байта (float) – активная мощность;
- 4 байта (float) – реактивная мощность;
- 4 байта (float) – напряжение;
- 4 байта (float) – ток.

Фаза В:

- 4 байта (float) – активная мощность;
- 4 байта (float) – реактивная мощность;
- 4 байта (float) – напряжение;
- 4 байта (float) – ток.

Фаза С:

- 4 байта (float) – активная мощность;
- 4 байта (float) – реактивная мощность;
- 4 байта (float) – напряжение;
- 4 байта (float) – ток.

Затем следуют условия:

- если dir = 0, то никаких дополнительных условий;
- если dir = 1, то присваиваются 3х4 байтам значения – накопленная энергия активная, индуктивная (квадрант I), емкостная (квадрант IV) в прямом направлении;
- если dir = 2, то присваиваются 3х4 байтам значения – накопленная энергия активная, индуктивная (квадрант III), емкостная (квадрант II) в обратном направлении;
- если dir = 3, то присваиваются 6х4 байтам – накопленная энергия в обоих направлениях:

1) активная, индуктивная (квадрант I), емкостная (квадрант IV) энергия в прямом направлении;

2) активная, индуктивная (квадрант III), емкостная (квадрант II) энергия в обратном направлении.

12) команда «Чтение данных на начало суток из архива» – #define OC\_DAY;

Счётчик хранит в кольцевом буфере значения энергий, начатые записываться в начале суток. Эти значения помечены TimeSQN суток (номер суток от 1.1.2000 0:0, время местное) Размер буфера – 255 записей.

Код команды – 12, широковещательная передача не поддерживается.

Данные запроса:

– первый байт (dir) – интересующее направление передачи энергии (1 – прямое, 2 – обратное, 3 – оба);

– второй байт – количество записей;

– третий и четвертый байт (unsigned short) – TimeSQN (Local) первой интересующей записи.

Данные ответа:

– первый байт (dir) – интересующее направление передачи энергии (повторение 1–го байта запроса).

– второй и третий байт (unsigned short) – TimeSQN(Local) первой передаваемой записи.

– четвертый байт (number) – количество передаваемых далее записей.

Затем следуют записи следующего формата:

Первый байт (attr) – битовая маска, определяющая "качество" данной записи:

– бит 0: если 0 – данных нет;

– бит 1: если 1 – было или включение, или выключение, или счётчик вообще не работал в течение данных суток;

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	270404.2017.448 ПЗ ВКР				

– бит 2: если 1 – в течение суток счетчик не произвел ни одного измерения, поэтому в архив внесена запись с нулевыми данными, это возможно в случаях:

- 1) счетчик был долго отключен;
- 2) при переводе времени счётчика далеко вперед.

– бит 3: если 1 – в течение данных суток произведена коррекция или установка времени;

– бит 4: если 1 – в этих сутках произошло выключение счетчика;

– бит 5: если 1 – данные недостоверны (в течение данных суток от измерительного процессора были сообщения об аппаратной ошибке);

Затем следуют дополнительные условия:

1) если dir = 0 или attr=0, то дополнительные значения отсутствуют;

2) если dir = 1, то присваиваются 3х4 байтам – накопленная энергия активная, индуктивная (квадрант I), емкостная (квадрант IV) в прямом направлении (чтение);

3) если dir = 2, то присваиваются 3х4 байтам (unsigned long) – накопленная энергия активная, индуктивная (квадрант III), емкостная (квадрант II) в обратном направлении (запись);

4) если dir = 3, то присваиваются 6х4 байтам (unsigned long) – накопленная энергия в обоих направлениях:

– активная, индуктивная (квадрант I), емкостная (квадрант IV) энергия в прямом направлении;

– активная, индуктивная (квадрант III), емкостная (квадрант II) энергия в обратном направлении.

Если TimeSQN запроса больше TimeSQN последней имеющейся у счётчика записи, то будет передана последняя запись. Если TimeSQN запроса меньше TimeSQN первой имеющейся у счётчика записи, ответ начнется с первой записи.

13) команда «Чтение данных на начало месяца из архива» – #define OS\_MONTH;

Счётчик хранит в кольцевом буфере значения энергий "защёлкнутые" в начале месяца, эти значения помечены TimeSQN месяца (номер месяца от 1.1.2000 0:0, время местное). Размер буфера – 128 записей [].

Код команды – 21, широковещательная передача не поддерживается.

Данные запроса:

- первый байт (dir) – интересующее направление передачи энергии (1 – прямое, 2 – обратное, 3 – оба);
- второй байт – количество записей;
- третий и четвертый байт (unsigned short) – TimeSQN первой интересующей записи.

Данные ответа:

- первый байт (dir) – интересующее направление передачи энергии (повторение 1-го байта запроса);
- второй и третий байт (unsigned short) – TimeSQN (Local) первой передаваемой записи;
- четвертый байт (number) – количество передаваемых далее записей.

Если number = 0 (может быть только в случае dir = 0), далее ничего.

Затем следуют записи следующего формата:

Первый байт (attr) – битовая маска, определяющая "качество" данной записи:

- бит 0: если 0 – данных нет;
- бит 1: если 1 – было или включение, или выключение, или счётчик вообще не работал в течение данного месяца;
- бит 2: если 1 – в течение месяца счётчик не произвел ни одного измерения, поэтому в архив внесена запись с нулевыми данными, это возможно в случаях:

- 1) счётчик был долго отключен;

- 2) при переводе времени счётчика далеко вперед.
- бит 3: если 1 – в течение данного месяца произведена коррекция или установка времени;
  - бит 4: если 1 – в этом месяце произошло выключение счетчика;
  - бит 5: если 1 – данные недостоверны (в течение данного месяца от измерительного процессора были сообщения об аппаратной ошибке);

Затем:

- если бит 0 равен нулю (данных нет) или  $dir = 0$ , далее ничего;
- если  $dir = 1$ , то присваиваются 3x4 (unsigned long) байтам – накопленная энергия активная, индуктивная (квадрант I), емкостная (квадрант IV) в прямом направлении (чтение);
  - если  $dir = 2$ , то присваиваются 3x4 (unsigned long) байтам – накопленная энергия активная, индуктивная (квадрант III), емкостная (квадрант II) в обратном направлении (запись);
  - если  $dir = 3$ , то присваиваются 6x4 байтам (unsigned long) – накопленная энергия в обоих направлениях:

1) активная, индуктивная (квадрант I), емкостная (квадрант IV) энергия в прямом направлении;

2) активная, индуктивная (квадрант III), емкостная (квадрант II) энергия в обратном направлении.

Если MonthSQN запроса больше TimeSQN последней имеющейся у счётчика записи, то будет передана последняя запись. Если TimeSQN запроса меньше TimeSQN первой имеющейся у счётчика записи, ответ начнется с первой записи.

14) команда «Чтение распределения энергии по получасовкам из архива» – #define OC\_DISTR;

Счётчик хранит в кольцевом буфере значения энергий, накопленных в течение периода 30 минут (размер буфера – 64\*48 записей). Код команды – 11, широковещательная передача не поддерживается.

Данные запроса:

- первый байт (dir) – интересующее направление передачи энергии (1 – прямое, 2 – обратное, 3 – оба);
- второй байт – количество записей;
- с третьего по шестой байт (unsigned long) – TimeSQN (UTC) (номер полчасовки, начиная с 1.1.2000 0:0) первой интересующей записи.

Данные ответа:

- первый байт (dir) – интересующее направление передачи энергии (повторение 1-го байта запроса).
- со второго по пятый байт (unsigned long) – TimeSQN (UTC) первой передаваемой записи.
- шестой байт (number) – количество передаваемых записей.

Затем следуют записи следующего формата:

Первый байт(attr) – битовая маска, определяющая "качество" [] данной записи:

- бит 0: если 0 – данных нет;
- бит 1: если 1 – было или включение, или выключение, или счётчик вообще не работал в течение данного периода;
- бит 2: если 1 – в течение периода счетчик не произвел ни одного измерения, поэтому в архив внесена запись с нулевыми данными, это возможно в случаях:

- 1) счетчик был долго отключен;
- 2) при переводе времени счётчика далеко вперед.

- бит 3: если 1 – в течение данного периода произведена коррекция или установка времени;
- бит 4: если 1 – в этом периоде произошло выключение счетчика;
- бит 5: если 1 – данные недостоверны (в течение данного периода от измерительного процессора были сообщения об аппаратной ошибке);



– бит 7: если 1 – данные недостоверны (хотя бы одна накопленная энергия больше 65535), это может произойти при переводе времени счётчика далеко назад.

Если бит 0 равен нулю (данных нет) или dir = 0, больше в этой записи ничего нет.

В противном случае:

– если dir = 1, то присваиваются 3x2 байтам (unsigned short) – накопленная энергия активная, индуктивная (квадрант I), емкостная (квадрант IV) в прямом направлении(Import);

– если dir = 2, то присваиваются то присваиваются 3x2 байтам (unsigned short) – накопленная энергия активная, индуктивная (квадрант III), емкостная (квадрант II) в обратном направлении(Export) [];

– если dir = 3, то присваиваются 6x2 байтам (unsigned short) – накопленная энергия в обоих направлениях:

1) активная, индуктивная (квадрант I), емкостная (квадрант IV) энергия в прямом направлении;

2) активная, индуктивная (квадрант III), емкостная (квадрант II) энергия в обратном направлении.

Если TimeSQN запроса больше TimeSQN последней имеющейся у счётчика записи, то будет передана последняя запись. Если TimeSQN запроса меньше TimeSQN первой имеющейся у счётчика записи, ответ начнется с первой записи.

15) команда «Чтение журналов событий» – #define OC\_READ\_LOG\_ALL;

```
typedef struct{
    byte  type;
    Long  ts;      /* time of appearance */
    Long  sqn;
    byte  dat[6];
} LogRecord;
```

Счётчик хранит в кольцевом буфере каждого из трех своих журналов 128 последних событий. Код=18, широковещательная передача не поддерживается.

Данные запроса:

- первый байт – маска журналов (только биты 0–2 значимы). Далее от 0 до 3–х порядковый номер первой интересующей записи в соответствующем журнале.

Данные ответа:

- первый байт – тип журнала;
- со второго по пятый байт (unsigned long) – SQN первой возвращаемой записи;
- шестой байт (number) – количество записей в ответе.

Далее следуют записи следующего формата:

- первый байт (len) – длина записи без учета поля len (в байтах);
- второй байт (type) – тип события;
- с третьего по шестой байт (unsigned long) – время возникновения события в секундах с 1.1.2000 0:0 UTC;
- с седьмого по десятый байт (unsigned long) – сквозной для всех журналов порядковый номер события;
- с одиннадцатого байта – описание события, длина которого определяется типом события (варьирует от 0 до 6 байт).

Данным ответа, представленным выше, предшествуют два байта, а именно:

- первый байт – количество записей такого формата, который выше обозван данными ответа;
- второй байт – битовая маска.

Биты с нулевого по второй (каждый для соответствующего журнала) устанавливаются при появлении нового события, сбрасываются при чтении журнала до конца. Биты с третьего по пятый сначала копируются из битов с нулевого по второй первого байта запроса, затем сбрасываются при чтении журнала до конца.

Типы событий:

- 0 – спец. запись начала журнала (SQN=0);
- 1 – установка времени. Данные: новое время в секундах с начала 2000–го года, формат UTC;
- 2 – заданы правила поясного времени. Данные: bias, dst;
- 3 – установка пароля;
- 5 – открытие сессии обмена по ИК интерфейсу;
- 6 – завершение обмена по ИК интерфейсу;
- 11 – включение счетчика. Данные – время выключения счетчика в секундах с начала 2000–го года, формат UTC;
- 12 – появление или пропадание фазовых напряжений. Данные: новое состояние и предшествующее ему. Состояние описывается маской xCBAxxxx, где значение 1 в любом из разрядов CBA означает отсутствие напряжения по соответствующей фазе;
- 13 – обнаружено изменение аппаратного статуса, см. формат заголовка ответа. Данные: новое состояние и предшествующее ему;
- 21 – коррекция времени. Данные: новое время в секундах с начала 2000–го года, формат UTC;
- 22 – установка скорости основного интерфейса. Данные: новая скорость обмена;
- 23 – установка сетевого адреса основного интерфейса. Данные: новый адрес счетчика;
- 24 – задан интервал записи оперативных данных в архив. Данные: новый период и предшествующий ему (в минутах).

Если SQN запроса больше SQN последней имеющейся у счётчика записи, будет передана последняя запись.

16) команда «Чтение величин накопленной энергии с начала текущего получаса» – #define OC\_DISTR\_CURR;

Код команды – 10, широковещательная передача не поддерживается.

					<i>270404.2017.448 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>52</i>

Данные запроса:

– первый байт (dir) – интересующее направление передачи энергии (1 – прямое, 2 – обратное, 3 – оба).

Данные ответа:

– первый байт (dir) – интересующее направление передачи энергии (повторение 1–го байта запроса);

– второй байт (quality) – байт качества (не 0 означает недостоверность данных).

Примечание:

1) бит 0: если 0 – данных нет (обязан быть = 1);

2) бит 7: если 1 – данные недостоверны (хотя бы одна накопленная энергия больше 65535), это может произойти при переводе времени счётчика назад [].

3) если dir = 0, далее ничего.

В противном случае:

– если dir = 1, присваиваются к 3х2 байтам (unsigned short) – накопленная энергия активная, индуктивная (квадрант I), емкостная (квадрант IV) в прямом направлении;

– если dir = 2, то присваиваются 3х2 байтам (unsigned short) – накопленная энергия активная, индуктивная (квадрант III), емкостная (квадрант II) в обратном направлении(Export);

– если dir = 3, то присваиваются 6х2 байтам (unsigned short) – накопленная энергия в обоих направлениях:

1) активная, индуктивная (квадрант I), емкостная (квадрант IV) энергия в прямом направлении(Import);

2) активная, индуктивная (квадрант III), емкостная (квадрант II) энергия в обратном направлении(Export).

17) команда «Установка периода архивации оперативных данных» – #define OC\_WRITE\_OPER\_STEP;

Код команды – 16, широкополосная передача не поддерживается.

Данные запроса:

- с первого по четвертый байт (unsigned long) – любой из двух паролей,
- пятый байт (period) – период записи в архив данных оперативных измерений (в минутах, допустимые значения от 1 до 60).

Данные ответа:

- первый байт (period) – установленный период записи в архив данных оперативных измерений.

Запись данных в архив производится в моменты времени, в которых показания минут часов счетчика кратны заданному периоду [].

18) команда «Чтение периода архивации оперативных данных» – #define OC\_READ\_OPER\_STEP;

Код команды – 17, широковещательная передача не поддерживается.

Данные запроса: отсутствуют.

Данные ответа:

- первый байт (period) – период записи в архив данных «защелкнутых» оперативных измерений в минутах.

Запись данных в архив производится в моменты времени, в которых показания минут часов счетчика кратны заданному периоду.

19) команда «Чтение частоты» – #define OC\_READ\_FREQ;

Код команды – 20, широковещательная передача не поддерживается.

Данные запроса: отсутствуют.

Данные ответа:

- с первого по четвертый байт (float) – частота;
- пятый байт – эталонная частота.

## 2.2 Коды ошибок

В случае некорректно сформированного запроса в поле кода ошибки (6-й байт заголовка ответа) возвращается ненулевое значение [52]. Описание кодов ошибок приведено в таблице 5.

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	270404.2017.448 ПЗ ВКР					

- 1) #define PROTOCOL\_ERR 1
- 2) #define INVALID\_PASSWORD\_ERR 2
- 3) #define LENGTH\_ERR 3
- 4) #define INVALID\_TIME\_ERR 4
- 5) #define CORR\_LIMIT\_ERR 5
- 6) #define WRONG\_TZI\_ERR 6
- 7) #define UNSUPPORT\_CODE\_ERR 7

Таблица 5 – Описание кодов ошибок

Код ошибки	Описание
1	неверный (не поддерживаемый) протокол
2	неверный пароль
3	неверная длина данных запроса
4	неверное время
5	исчерпан лимит коррекции времени
6	ошибка в данных запроса при установке правил перехода на летнее и зимнее время
7	неизвестный код операции (третий байт заголовка запроса)

Выводы по разделу два

- 1) Был произведен обзор протокола передачи данных, реализованного НИ ОКР фирмы «Альбион»;
- 2) Были приведены форматы и коды команд, использующиеся при реализации обмена данных протоколом. Использование данного протокола является целесообразным в условиях его применения с приборами учета электроэнергии, позволяющего реализовывать обмен данными методом прерываний, легко

реализуемым управляющей программой, которая может быть разработана для большинства существующих микроконтроллеров [53].

					<i>270404.2017.448 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		56

### 3 ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТАННОГО КОММУНИКАТОРА. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

#### 3.1 Описание оборудования

Коммуникатор–преобразователь интерфейсов представляет собой микро-процессорное устройство, имеющее один входной канал типа RS–232 с фиксированными параметрами и два выходных канала – RS–485 и инфракрасный IrDA. Внешний вид разработанного коммуникатора изображен на рисунке 18.



Рисунок 18 – Внешний вид разработанного коммуникатора

Скорость обмена по выходным каналам может регулироваться независимо для каждого канала. Связь с ПЭВМ осуществляется через внешний кабель – преобразователь USB–COM, который изображен на рисунке 19.



Рисунок 19 – Внешний кабель – преобразователь USB–COM



От этого же кабеля осуществляется питание коммуникатора, для чего была осуществлена специальная доработка кабеля [54]. Коммуникатор принимает пакет данных во внутренний буфер (граница пакета определяется по паузе длительностью не менее 4 байт), и по первому байту определяет содержимое буфера. Если это команда (1 байт равен FEh), она исполняется и в ЭВМ возвращается ответный массив. Если это пакет для трансляции, коммуникатор передает его без изменений в заранее заданный канал с заданной скоростью и переходит в режим ожидания ответа на заданное время тайм-аута. Если в течении этого времени коммуникатор начал принимать ответ, то он принимается до конца, затем без изменений передается в ЭВМ. Если ответ не появился, коммуникатор высылает в ЭВМ свой ответ, отличительным признаком которого является первый байт (он равен FEh). Каждый такой цикл сопровождается зажиганием красного индикатора на верхней крышке коммуникатора.

Выходной канал RS-485 коммуникатора подключается либо к основному, либо дополнительному интерфейсам счетчика. Для получения ответа от счетчика «Хитон» по этим каналам необходимо:

- а) совпадение скоростей передачи;
- б) совпадение адресов обращения;
- в) корректный формат запроса [55].

Для определения неизвестного адреса счетчика используется команда проверки связи с глобальным адресом 255, на который откликается любой счетчик независимо от его фактического адреса. Поскольку на глобальный адрес счетчик отвечает массивом со своим адресом, этот принятый адрес будет отображаться в поле «Адрес» в основном окне, там же где задается глобальный адрес.

В отличие от RS-485 для канала IrDA для осуществления обмена необходимо наличие оптического канала между коммуникатором и счетчиком. Проходимость этого канала должна непрерывно контролироваться оператором, по причине того, что во время снятия показаний коммуникатор не закреплен жестко, а находится в руке человека.

Для осуществления такого контроля в коммуникатор введена операция поиска связи по IrDA – каналу (переключатель «Поиск IR» в основном окне). При ее включении коммуникатор начинает циклически (с циклом 100 мс) посылать короткие массивы фиксированного формата с адресом из поля «Адрес» в основном окне в счетчик и ожидает ответа до 30 мс. Если за это время счетчик ответит правильным коротким ответом, на коммуникаторе загорится зеленый индикатор, а поле включения поиска окрашивается в зеленый цвет. В противном случае индикатор погашен, а поле окрашено в красный цвет. Это позволяет оператору, ориентируясь на индикаторы коммуникатора, правильно его направлять в пространстве. Для контроля наличия связи значение этого параметра отображается так же в окне скачивания архивов.

Возможно осуществление поиска по глобальному адресу. В этом случае коммуникатор ожидает корректный ответ от первого же счетчика, попавшего в поле зрения, и, получив от него такой ответ, заменяет глобальный адрес на вновь полученный. дальнейший контроль связи осуществляется целенаправленно именно с этим первым ответившим счетчиком.

Параметры выходных интерфейсов коммуникатора могут быть изменены на вкладке «Настройки коммуникатора» главного окна программы. Оно становится доступным при выборе оборудования в окне «Ввод титульных параметров». Коммуникатор имеет следующие настраиваемые параметры:

- частота RS – скорость обмена коммуникатора по каналу RS; выпадающий список; исходное состояние 19200 бод;
- частота IR – скорость обмена коммуникатора по каналу IR; выпадающий список; исходное состояние 9600 бод;
- стартовый байт IR – стартовый байт канала IR; переключатель; исходное состояние 31 (1Fh);
- тайм–аут – время ожидания ответа от платы ДИ или от счетчика; регулируется в диапазоне от 2 до 255 мс, исходное значение 50 мс, переключатель;

– переключатели длительности выходного импульса и постоянной фильтра приема – параметры канала IR; задаются в тактах контролера коммуникатора, длительность которого равна около 70 нсек. Типовые значения равны 52 и 16 (3,6 мксек и 1,1 мксек) соответственно.

Изменение этих параметров целесообразно только тогда, когда в следствии запыленности воздуха или других внешних факторов становится неустойчивой связь по каналу IRDA.

Все операции с настройкой коммуникатора проводятся автономно и независимо от того, подключен счетчик или нет. Формат команд коммуникатора, отображаемый в логе, идентичен формату команд счетчика. Отличие заключается в адресном байте – для коммуникатора он всегда равен 254 (FEh), вследствие этого нельзя устанавливать такой адрес у счетчика или платы ДИ – команды с таким адресом будут восприниматься коммуникатором как свои.

### 3.2 Разработка электрических схем. Расчет схемы коммуникатора

Разработанные электрические схемы приведены в приложении Д. Расчет схемы коммуникатора представлен ниже.

#### 1) задача расчета;

Задача расчета состоит в проверке допустимости подключения коммуникатора к порту USB по цепи 5В без предварительной перенастройки порта на повышенное энергопотребление. Согласно стандарту USB2.0 к порту могут подключаться нагрузки до 0,5А, при этом допустимый ток потребления по выходной цепи порта +5В настраивается для конкретного устройства с дискретностью 0,1А. По умолчанию для всех вариантов порта USB устанавливается максимальный ток потребления 0,1А. Таким образом, если полученный в настоящем расчете ток потребления коммуникатора не превысит 0,1А, то дополнительных программных блоков в обслуживающем коммуникатор ПО, связанных с настройкой выходного тока, не потребуется.

#### 2) данные для расчета;

					<i>270404.2017.448 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>60</i>

Назначением коммуникатора является передача пакетов (команд) с входного интерфейса RS232 в один из выходных каналов RS485 или IrDA (инфракрасный канал связи) и возврат ответных пакетов. Значит, каналы не работают одновременно, то есть либо работает ИС D5 (приемопередатчик по интерфейсу RS485), либо работает ИС TFDU4101 (приемопередатчик по интерфейсу IrDA). Потребляемым током будет считаться максимальный из 2 режимов. Общая для обоих режимов часть получается, если подан сигнал Reset или в паузе между обменами, т.е. не задействован ни один из выходных каналов.

Энергопитание элементов схемы разделено на 2 сегмента – цепь +5В и цепь +3,3В. Получение напряжения +3,3В осуществляется с помощью линейного стабилизатора, т.е. общий ток потребления коммуникатора равен сумме токов потребления сегментов.

Список электрорадиоэлементов (ЭРИ), подключенных к цепи +5В, приведен в таблице 6. Там же приведены справочные данные по току, потребляемым этими ЭРИ.

Таблица 6 – Список ЭРИ, подключенных к цепи +5В

Обозначение ЭРИ по схеме	Наименование	Ток потребления по документации на ЭРИ, mA
D3	IRU1117-3,3CY	<1
D4	ADM232BRWZ	12
D5	ADM2486BRW трансивер RS485	58 (при включенном передатчике) 1,3 (при выключенном передатчике)

Список ЭРИ, подключенных к цепи +3,3В, приведен в таблице 7. Там же приведены справочные данные по току, потребляемым этими ЭРИ.

Таблица 7 – Список ЭРИ, подключенных к цепи +3,3В

Обозначение ЭРИ по схеме	Наименование	Ток потребления по документации на ЭРИ, mA
D1	ATxmega32D4-AU	13
D5	ADM2486BRW логическая часть	1,3
D2	TFDU4101 приемник IrDA	0,14
D2	TFDU4101 передатчик IrDA	<300 (определяется резистором R2)
R1	Резистор СС0603 10k	0,3 при подаче сигнала Reset
R4	Резистор СС0603 10k	0,3 при приеме логического «0» по каналу RS232

Как видно из таблиц 6 и 7, ток, потребляемый некоторыми ЭРИ, не является величиной постоянной и зависит от дополнительных параметров. Список таких параметров приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Список дополнительных условий расчета

Наименование дополнительных условий расчета	Значение	Обозначение параметра в формулах
Скорость обмена по интерфейсу RS232	115,2 кбод	F <sub>232</sub>
Средняя скважность данных в командах протокола счетчика «Хитон»	0,28	q
Средняя длина запроса	12 байт	Nз

Окончание таблицы 8

Средняя длина ответа	512 байт	No
Скорость обмена по интерфейсу RS485	19,2 кбод	F <sub>485</sub>
Скорость обмена по интерфейсу IrDA	9,6 кбод	F <sub>IrDA</sub>
Длительность импульсов излучения по интерфейсу IrDA	5 мкс	t <sub>и</sub>

3) расчет тока потребления, не зависящего от режима;

Общим для обоих режимов трансляции является ток потребления контролера и канала RS232. При этом переменной величиной является ток через резистор R4, но он протекает очень незначительное время (только когда передается команда по интерфейсу RS232), поэтому в расчете не учитывается. В постоянную часть токопотребления включены так же токи приемника IrDA и логической части приемопередатчика RS485 т.к. они не зависят от состояния каналов. Таким образом, суммарный ток потребления, не зависящий от режима трансляции [56], составит:

$$I_0 = 1 + 12 + 1,3 + 13 + 1,3 + 0,14 = 28,74 \text{ (мА)} \quad (29)$$

4) расчет тока потребления канала интерфейсу RS485;

Ток, потребляемый каналом RS485, зависит от среднего времени включенного передатчика с учетом времени, необходимого на передачу принятой информации по каналу RS232 (когда передатчик выключен) [57]. Длительность одного обмена по каналу RS485 составит (здесь учтено, что длительность передачи одного байта составляет 10 длительностей передачи одного бита):

$$T_{RS485} = 10 \cdot (N_3 + N_0) / F_{485} = 10 \cdot (12 + 512) / 19200 = 0,273 \text{ (сек)} \quad (30)$$

Аналогично длительность одного обмена по каналу RS232 составит:

$$T_{RS232} = 10 \cdot (N_3 + N_0) / F_{232} = 10 \cdot (12 + 512) / 115200 = 0,04559 \text{ (сек)} \quad (31)$$

Таким образом, средняя скважность включения передатчика составит:

$$\begin{aligned}
 Q_{rs} &= N3 \cdot T_{RS485} / (N3 + No) \cdot (T_{RS485} + T_{RS232}) = \\
 &= 12 \cdot 0,273 / (12 + 512) \cdot (0,273 + 0,0455) = 0,0196
 \end{aligned}
 \tag{32}$$

А средний ток, потребляемый каналом RS485, составит:

$$I_{RS485} = 58 \cdot Q_{rs} = 58 \cdot 0,0196 = 1,14 \text{ (мА)} \tag{33}$$

5) расчет тока потребления канала интерфейсу IrDA;

Средний ток, потребляемый каналом IrDA, рассчитывается аналогично каналу RS485, но с учетом того, что ток потребляется только в момент передачи логической «1» и только на время передачи импульса излучения (5 мкс):

$$T_{IrDA} = 10 \cdot (N3 + No) / F_{Ir} = 10 \cdot (12 + 512) / 9600 = 0,546 \text{ (сек)} \tag{34}$$

Средняя скважность потребления тока при передаче одного байта составит:

$$q_{IRB} = q \cdot t_u \cdot F_{Ir} = 0,28 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 9600 = 0,0134 \tag{35}$$

Средняя скважность включения передатчика составит:

$$\begin{aligned}
 Q_{IR} &= N3 \cdot T_{IrDA} \cdot q_{IRB} / (N3 + No) \cdot (T_{IrDA} + T_{RS232}) = \\
 &= 12 \cdot 0,546 \cdot 0,0134 / (12 + 512) \cdot (0,546 + 0,0455) = 0,000283
 \end{aligned}
 \tag{36}$$

Ток, потребляемый в момент передачи импульса составит:

$$I_{IR} = (Un - Ud) / R2 = (3,3 - 1,8) / 15 = 0,1 \text{ (А)} \tag{37}$$

Средний ток, потребляемый каналом IrDA, составит:

$$I_{IrDA} = I_{IR} \cdot Q_{rs} = 100 \cdot 0,000283 = 0,0283 \text{ (мА)} \tag{38}$$

Как видно из принципа действия канала IrDA, ток потребления будет импульсным, амплитуда импульса в передатчике составит 0,1А [58]. Но в цепи питания импульс передается через фильтр R12C6. При этом амплитуда уменьшится до значения:

$$\begin{aligned}
 I_{IRP} &= I_{IR} \cdot (1 - \exp(-t_u / R12 \cdot C6)) = \\
 &= 100 \cdot (1 - \exp(-5 \cdot 10^{-6} / 20 \cdot 100 \cdot 10^{-6})) = 0,25 \text{ (мА)}
 \end{aligned}
 \tag{39}$$

б) полный ток потребления коммуникатора;

Полный средний ток потребляемый коммуникатором в режиме связи по каналу RS485 составит:

$$I_{п} = 28,74 \text{ мА} + 1,14 \text{ мА} = 29,88 \text{ (мА)} \quad (40)$$

Полный средний ток потребляемый коммуникатором в режиме связи по каналу IrDA составит:

$$I_{п} = 28,74 \text{ мА} + 0,0283 \text{ мА} = 28,76 \text{ (мА)} \quad (41)$$

7) вывод.

Таким образом, согласно расчету максимально потребляемый ток будет равен 29,88 миллиампер, что соответствует разрешенному значению потребления тока при подключении к порту USB, следовательно, подключение коммуникатора к порту USB по цепи +5В возможно без предварительной перенастройки порта на повышенное энергопотребление [58].

### 3.3 Чтение параметров коммуникатора

Данная операция используется для определения состояния и наличия коммуникатора и проводится без передачи информации счетчику. Достаточно, чтобы коммуникатор был подключен к компьютеру. По нажатию на кнопку «Читать параметры» данные из коммуникатора переносятся в переключатели вкладки. Если коммуникатор не отвечает, необходимо проверить уставки кабеля USB–COM, а так же надежность всех соединений.

### 3.4 Запись параметров коммуникатора

Данная операция используется для установки новых вручную отредактированных параметров коммуникатора и проводится по нажатию кнопки «Установить параметры». При этом данные из переключателей вкладки переносятся в коммуникатор. Если прочитанные операцией чтения параметры оказались не нормальными, можно совместить редактирование и запись, нажав кнопку «Параметры по умолчанию». При этом программа установит переключатели в исходные состояния и выставит запрос, при утвердительном ответе на который параметры сразу же запишутся в коммуникатор.



Выводы по разделу три

1) был описан разработанный коммуникатор, который реализует связь приборов учета с ПК оператора;

2) был произведен расчет спроектированных электрических схем, на основе которого был сделан вывод о соответствии разрешенному значению потребления тока коммуникатора при подключении к порту USB, что позволяет подключать его без предварительной перенастройки порта на повышенное энергопотребление;

3) было приведено описание операций чтения и записи параметров коммуникатора, использующихся для определения состояния и наличия коммуникатора, выполняющихся без передачи информации счетчику, а также для установки новых, вручную отредактированных параметров.

					<i>270404.2017.448 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		66

## 4 ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТАННОГО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

### 4.1 Назначение и условия применения

Программа CntTst3 (Count Tester V3) предназначена для контроля текущего состояния счетчиков «Хитон», для считывания и сохранения в виде протокола или текстового файла информации, накопленной в архивах счетчика. Внешний вид рабочего окна программы изображен на рисунке 20.

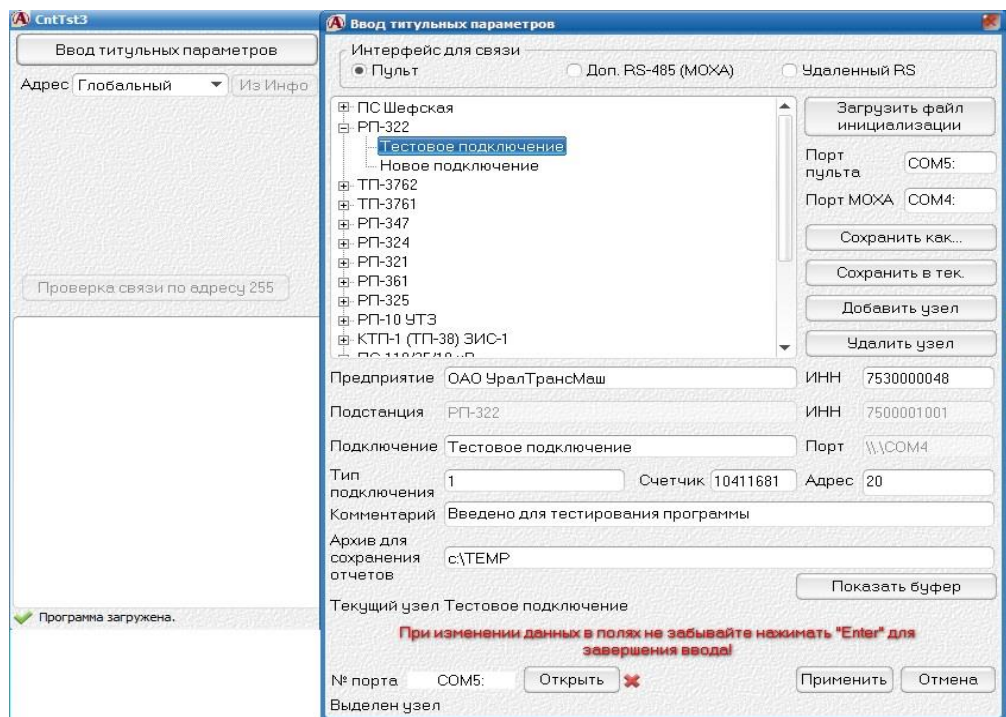


Рисунок 20 – Внешний вид рабочего окна программы

Счетчики «Хитон» имеют базовую и расширенную модификации. В базовой модификации счетчики имеют только один интерфейс RS–485. Подключение дополнительных средств к нему возможно только в автономном режиме. В основном этот канал используется для подключения к системе «Корона». В расширенной модификации в счетчик устанавливается плата с двумя дополнительными каналами – RS–485 и инфракрасным. Программа CntTst3 позволяет считывать архивную информацию со счетчика, как по основному, так и по до-

полнительным каналам, а также проводить настройку дополнительных каналов.

Программа CntTst3 написана в среде Borland C++ Builder 6.0 [59-63] и скомпилирована с включением всех необходимых компонентов, поэтому не требует для установки никаких дополнительных действий, кроме копирования программы на рабочий компьютер. Вместе с программой в ту же папку необходимо копировать файлы «CntTst.ini», пример которого приведен в приложении В, а также файл «Forma.xml», пример которого приведен в приложении Г.

#### 4.2 Модели использования программы CntTst3

Необходимость в тестировании или считывании архивов может возникнуть как для счетчиков «Хитон», подключенных к системе «Корона», так и в автономном состоянии. В обоих случаях чтение производится как по основному каналу RS-485, так и по любому из дополнительных каналов. В первом случае программа располагается на сервере системы, во втором – на переносном компьютере.

АИИС КУЭ [64-70] «Корона» распространяется на одно предприятие, включающее в себя несколько подстанций, внутри каждой из которых может быть 1 и более подключений, контролируемых счетчиками. Доступ к счетчику внутри подстанции осуществляется по индивидуальному адресу (число в диапазоне 1...99), а доступ на подстанцию – через индивидуальный порт. Порты нескольких подстанций могут совпадать при условии уникальности адресов счетчиков.

В автономном режиме программа работает всегда только с одним счетчиком, доступ к которому осуществляется через единый для всех счетчиков порт.

Доступ по инфракрасному каналу осуществляется через переходной кабель USB-COM и подключенный к нему коммуникатор, который генерирует инфракрасный канал связи с протоколом специального типа. Скорость связи в канале «переходной кабель – коммуникатор» зафиксирована и составляет 115,2

					<i>270404.2017.448 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		68

кГц, длина посылки 8 бит, 1 стоповый бит [71]. Такие параметры задаются при установке драйверов переходного кабеля USB–COM на новый компьютер. Скорость передачи информации собственно в инфракрасном канале регулируется настройками коммуникатора, которые могут быть изменены средствами программы CntTst3 в диапазоне 2,4 – 115,2 кГц (типовое значение по умолчанию – 9,6 кГц).

Доступ по каналу RS–485 осуществляется либо через тот же коммуникатор, имеющий кроме инфракрасного выходной канал RS–485, либо через преобразователь MOXA, подключаемый к сетевой карте компьютера и образующий виртуальный порт [72]. Параметры порта устанавливаются конфигуратором MOXA. Скорость передачи информации задается в диапазоне 2,4 – 115,2 кГц (типовое значение по умолчанию – 19,2 кГц), длина посылки 8 бит, 1 стоповый бит. В том же диапазоне может регулироваться скорость передачи в канале RS–485 Коммуникатора.

В соответствии с этим различают следующие режимы работы программы:

– серверный режим работы; программа установлена на сервере, адресация счетчика задается путем выбора подстанции и подключения через назначенный для подстанции порт. Далее для обозначения этого режима используется термин «Удаленный доступ»;

– автономный режим снятия показаний. Программа установлена на переносном компьютере, адресация счетчика задается путем выбора подстанции и подключения (где мы сейчас находимся) через единый для всех порт. Подключение к счетчику производится через интерфейсы дополнительно установленной интерфейсной платы – инфракрасный и RS–485. Подключение к дополнительному RS–485 возможно как через Коммуникатор, так и через MOXA;

– автономный режим наладки. Программа установлена на переносном или стационарном компьютере в лабораторных условиях. Адресация осуществляется как через выбор подходящих подстанции и подключения, так и путем ручного

задания адреса. В этом режиме возможно подключение к любому из 3 каналов счетчика.

Выбор режима работы программы определяется заданием нескольких параметров программы. Структура подстанций и подключений хранится в отдельном файле, который всегда необходимо запустить в самом начале работы программы потому, что в числе прочего в нем производится открытие рабочего порта, без чего не будет доступа ни к одному счетчику.

#### 4.3 Файл инициализации и окно «Ввод титульных параметров»

Файл инициализации является текстовым файлом формата \*.ini, создается или изменяется любыми текстовыми редакторами.

Файл состоит из строк, каждая строка является записью строго определенного формата. Тип записи определяется первыми 1 или 2 символами, которые обязательно должны быть цифрами, либо 2 пробела (чтение типа записи – от начала строки до первого пробела). Далее через произвольное количество пробелов (но не менее 1) следует сама запись. Поля записи могут иметь произвольную длину и разделяются символом «>». В конце записи также должен стоять символом «>», после которого может (но не обязан) следовать комментарий, назначение которого – пометки оператора к конкретным записям. Последовательность полей записи строго регламентирована, т.к. единственным идентификатором поля является его положение в строке.

Последовательность строк также регламентирована – в первых трех должны располагаться записи, определяющие общие для всех подстанций параметры: общие, IrDA и RS порты, название предприятия. Типы этих записей – 0...2. В остальных строках располагается описание структуры подстанций и подключений. Записи, относящиеся к подстанциям, имеют тип 3 и более, причем каждая подстанция имеет уникальный тип записи. Записи, относящиеся к подключениям, типа не имеют, вместо этого в начале стоят пробелы. Критерием отнесения подключения к подстанции является положение строки его описания

– все строки описания подключений, следующие за описанием подстанции до следующего описания подстанции, относятся к этой подстанции. Количество подстанций, а также количество подключений в подстанции не ограничено, но не менее 1. Допускается в целях улучшения читаемости после описания последнего подсоединения подстанции вставлять пустую строку.

Если информационное поле является просто текстовой строкой (названия предприятия, подстанции, подключения, комментарий, тип подключения), в тексте файла и при редактировании допускается использовать символы:

- строчные и заглавные латинские и русские буквы,
- скобки (), [], {},
- точка, запятая, точка с запятой, двоеточие,
- пробел,
- восклицательный и вопросительный знаки,
- подчерк и надчерк,
- символы арифметических операций +, -, \*, /,
- все слешы \, /, |.

#### 4.4 Описание структур записей

##### 4.4.1 Запись типа 0

Запись устанавливает обращение к единым для всех счетчиков портам MOXA и кабеля USB-COM в автономных режимах работы программы. В серверном режиме содержимое записи значения не имеет.

Формат записи:

– 0\_\_Название порта MOXA > Название порта кабеля USB-COM >Комментарий

Комментарий является не обязательной частью. Количество пробелов после «0» –1 и более (рекомендуется 2). Поля «Название порта» являются текстовой строкой и заполняются по следующим правилам:

																			Лист	
																				71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата																

– если COM–порт, через который производится доступ к счетчику, является встроенным и его номер меньше 9, то в поле должно содержать «COMN:», где N – номер порта;

– если COM–порт, через который производится доступ к счетчику, является внешним или виртуальным (например, MOXA, доступ к которой осуществляется через Интернет) и его номер больше 8, то в поле должно содержать «\\.\.\COMN», где N – номер порта. Допускаются двухзначные номера портов.

Примеры записи:

– COM4: > COM3: > Обычная инициализация MOXA и переходного кабеля в ноутбуке.

– COM15: > COM3: > Удаленная инициализация MOXA и обычная для переходного кабеля.

#### 4.4.2 Запись типа 1

Запись устанавливает путь к папке, в которую по умолчанию будут сохраняться отчеты, считанные из счетчика.

Формат записи:

– 1\_\_Путь к папке>Комментарий

Комментарий является не обязательной частью. Количество пробелов после «1» – 1 и более (рекомендуется 2). Поле «Путь к папке» является текстовой строкой и заполняется по правилам, принятым для указания пути в DOS и Windows. Удвоения слешей не требуется, это делается автоматически.

Пример записи:

– c:\TEMP>Типовая папка для временного хранения отчетов

#### 4.4.3 Запись типа 2

Запись устанавливает параметры, необходимые для составления отчетов – название и ИНН предприятия.

Формат записи:

- Название предприятия>ИНН предприятия>Комментарий

Комментарий является не обязательной частью. Количество пробелов после «2» –1 и более (рекомендуется 2). Поле «Название предприятия» является текстовой строкой и вносится в отчет в том виде, как оно записано в этой строке. Поле «ИНН предприятия» должно содержать ровно 10 цифровых символов, корректность кода не анализируется. Допускается для удобства читаемости цифры разделять пробелами, но после удаления их цифр должно остаться ровно 10, и при обратном сохранении файла в этом поле пробелов не будет.

Пример записи:

- ОАО УралТрансМаш>7580000254> Название и ИНН предприятия

#### 4.4.4 Запись типа 3 и более

Запись устанавливает параметры подстанции, необходимые для составления отчетов и для доступа к подключениям – название, ИНН подстанции и ее порт.

Формат записи:

- XX\_ Название подстанции >ИНН подстанции > Название порта подстанции > Комментарий

- XX – очередной номер, уникальный для каждой подстанции. Комментарий является не обязательной частью. Количество пробелов после «XX» равно одному или более (рекомендуется 1 для двузначных номеров и 2 для однозначных).

Поле «Название подстанции» является текстовой строкой и вносится в отчет в том виде, как оно записано в этой строке. Поле «ИНН подстанции» заполняется аналогично ИНН предприятия. Поле «Название порта подстанции» заполняется аналогично записи типа 0.



#### 4.4.5 Запись без типа

Запись устанавливает параметры подключения, необходимые для составления отчетов и для доступа к конкретному счетчику – название подключения, заводской номер и адрес счетчика, тип подключения.

Формат записи:

– \_\_ \_Название подключения>Заводской номер счетчика>Адрес>Тип подключения> Комментарий

Комментарий и тип подключения являются не обязательными. Если отсутствуют оба поля, тип подключения считается «1» и запись должна заканчиваться «>». Если есть только 1 поле после адреса, оно интерпретируется как тип и должно заканчиваться «>». Количество пробелов перед названием – 2 и более (рекомендуется 3). Поле «Название подключения» является текстовой строкой и вносится в отчет в том виде, как оно записано в этой строке. Поле «Заводской номер счетчика» должно содержать только цифры, отображающие заводской номер счетчика, указанный на его крышке. Кроме того, число, представленное в этом поле д.б. меньше  $2^{32}$ . При взаимодействии со счетчиком программа получает в ответных массивах истинный номер счетчика, который может не соответствовать указанному в файле инициализации. Специального сообщения об обнаружении этого нет, но это можно заметить по индикации программы. В отчете будет указан считанный из счетчика заводской номер.

В поле «Адрес» должны стоять только цифры, отображающие физический адрес счетчика на локальной магистрали подстанции. Адрес д.б. меньше 255.

Поле «Тип подключения» является текстовой строкой и его содержимое переносится без изменений в соответствующую графу отчета.

Примеры:

- Т-1 3с.ш. яч.28>10411516>16>
- Тестовое подключение>10411681>15>1>Введено для тестирования программы

#### 4.5 Загрузка файла инициализации

При запуске программы открывается основное окно программы, в котором необходимо нажать кнопку «Ввод титульных параметров». «Нажать» означает указать на нее мышью и нажать левую кнопку мыши. Откроется окно «Ввод титульных параметров». Часть элементов окна до загрузки файла невидима. Загрузка файла инициализации осуществляется по нажатию кнопки «Загрузить файл инициализации».

Выбор файла инициализации осуществляется по следующим правилам:

- если в текущей папке содержится файл CntTst.ini, то загружается этот файл.
- если такой файл не найден, то вызывается диалоговое окно выбора файла и может быть загружен любой другой файл и не обязательно с расширением .ini.

Все действия оператора в этом окне комментируются надписью в левом нижнем углу окна. В случае успешной загрузки появится надпись «Загрузка успешно завершена». Если обнаружена некорректная строка, появится надпись «Загрузка прервана. Ошибка формата в строке ...». При этом часть файла до дефектной строки будет отображена в поле выбора подключений, что дополнительно позволяет локализовать дефект. Рекомендуемые действия в этом случае – не закрывая программы открыть «Блокнотом» файл CntTst.ini, исправить его, сохранить изменения, закрыть «Блокнот», вернуться в программу CntTst3 и повторно нажать на кнопку «Загрузить файл инициализации».

Данные из записей типа 0, 1, 2 отображаются в окнах редактирования верхней части окна. Данные по подстанциям и подключениям отображаются в виде двухуровневой древовидной структуры, состоящей из названий, в окне выбора подключений в центре. Верхний уровень составляют подстанции. Для того, чтобы раскрыть (закрыть) состав подключений подстанции, нужно нажать на «+» («–») возле названия подстанции. Если нажать непосредственно на название подстанции (подключения), то ниже окна выбора в соответствующих зонах появятся параметры подстанции (подключения), а само название будет выде-

лено. Дополнительно о текущем выделении можно узнать из надписи в правом нижнем углу окна.

#### 4.6 Редактирование данных инициализации средствами CntTst3

Программа CntTst3 позволяет редактировать загруженные данные, но при этом необходимо учитывать следующее:

- все поля для отображения данных (за исключением окна выбора подключений) являются однострочными редакторами. Для того, чтобы начать редактирование, необходимо указать мышью на соответствующее поле и щелкнуть левой кнопкой мыши;

- одни и те же данные хранятся фактически на 3 разных уровнях – в файле, в буфере программы и на экране монитора. Чтобы введенные изменения вступили в силу (были перенесены с экрана в буфер программы), необходимо по окончании редактирования поля нажать клавишу «Enter». При этом появится комментарий «Отредактировано ...». Если этого не сделать, для последующей работы будут использованы старые данные, а при повторном выделении узла в полях редактирования появится старая информация;

- редактирование общей информации – названия и ИНН предприятия, общий порт, папка для сохранения – доступно в любой момент времени, в то время как редактирование параметров подстанции и подключений возможно лишь для выбранного узла. Например, невозможно отредактировать порт подстанции если выделено подключение, и невозможно отредактировать адрес счетчика, если выбрана подстанция;

- для редактирования структуры исходных данных в окне имеются кнопки «Добавить узел» и «Удалить узел». При этом что именно добавляется или удаляется, определяется контекстно по текущему выделению. Если на момент нажатия кнопки «Добавить узел» была выделена подстанция, то добавится подстанция с именем «Новая подстанция», в которой будет единственное подключение с именем «Новое подключение». Их можно выделить и отредактировать. Если было выделено подключение, то в текущую подстанцию добавится

новое подключение с именем «Новое подключение». Аналогично, если в момент нажатия кнопки «Удалить узел» было выделено подключение, то оно будет удалено. Если это было единственное подключение в подстанции, то будет удалена и подстанция. Если была выделена подстанция, то она удаляется со всеми своими подключениями;

– после завершения редактирования рекомендуется сохранить данные в файле. Для этого имеются кнопки «Сохранить в тек.» и «Сохранить как». По первой из них отредактированные данные заносятся в тот же файл, из которого они были считаны. По второй кнопке вызывается диалоговое окно выбора файла, в котором можно выбрать или создать папку, или изменить имя и тип сохраняемого файла;

– содержимое буфера, отображающее загруженный файл, а так же процесс редактирования можно наблюдать в окне буфера, которое может быть открыто при нажатии кнопки «Показать буфер». При этом размер окна программы увеличится в двое и может уже не входить в экран монитора. Особенно это касается ноутбуков. Кроме того, при низкой производительности компьютера могут возникать нежелательные видеоэффекты. Заккрытие отображения буфера производится при нажатии той же кнопки, которая теперь будет называться «Скрыть буфер».

#### 4.7 Завершение работы в окне «Ввод титульных параметров»

Перед завершением работы в окне необходимо открыть рабочий порт, название которого отображено в поле «№ порта». Выбор рабочего порта осуществляется контекстно по следующим правилам:

– если выбран «Коммуникатор», то название порта берется из поля «Порт коммуникатора».

– если выбрана «Доп. RS(MOXA)», то название порта берется из поля «Порт MOXA».

– если выбран «Удаленный RS», то название порта берется из поля «Порт» в строке «Подключение».

Завершение работы с исходными данными возможно двумя способами – по кнопке «Отмена» или (эквивалентно) «х» в верхнем поле окна, и по кнопке «Применить», которая становится видимой после выделения какого-либо подключения и открытия порта. Собственно, выбор подстанции и подключения и является целью окна «Ввод титульных параметров». Нажатие на кнопку «Отмена» или на «х» окна «Ввод титульных параметров» приведет к закрытию программы CntTst3. При нажатии на кнопку «Применить» окно «Ввод титульных параметров» закроется и программа перейдет к основному окну. Загруженные данные в окне ввода сохраняются в течение всего времени работы программы и повторно загружать их из файла не обязательно.

Перед выходом из окна программа проверяет, было ли проведено редактирование каких-либо параметров. Если это было, то выставляется запрос на сохранение в текущий файл инициализации.

#### 4.8 Модель работы с программой CntTst3

Модель построена с учетом того, что:

- конфигурация подстанций и подключений задается и редактируется однократно, и в дальнейшем просто используется;
- переход к другому подключению должен занимать минимальное время.

Типовая последовательность действий по снятию отчетов со счетчиков выглядит так:

- 1) вызвать программу CntTst3;
- 2) в появившемся основном окне программы нажать кнопку «Ввод титульных параметров»;
- 3) в окне «Ввод титульных параметров» нажать кнопку «Загрузить файл инициализации». В окне выбора появится список подстанций;
- 4) выбрать подстанцию и подключение;

5) выбрать конфигурацию подключенного интерфейсного оборудования, для чего выбрать один из вариантов в верхней части окна – «Коммуникатор», «Доп. RS(MOXA)», «Удаленный RS». Внизу страницы слева от кнопки «Открыть» в поле «№ порта» отобразится № порта для связи с объектом;

б) нажать кнопку «Открыть». Если рядом кнопкой появилась зеленая галочка, порт успешно открыт и готов к работе. Если появился красный крестик, порт недоступен или не существует. Дополнительно программа выдаст сообщение. В этом случае можно в соответствующей графе поменять номер порта и после нажатия «Enter» новая информация перенесется в поле «№ порта». Можно повторить попытку открытия. Если необходимо – сохраните изменения в ini-файле;

7) если порт нормально открылся и выбрано подключение, становится доступной кнопка «Применить», нажав на которую возвращаемся в основное окно программы. Параметры выбранных подстанции и подключения при этом отображаются на вкладке «Инфо» верхней части основного окна программы;

8) в основном окне программы нажать кнопку «Проверка связи» и проконтролировать как наличие связи со счетчиком, так и соответствие соединения желаемому (совпадение заводских номеров). Возможно также проконтролировать наличие ошибок в счетчике и правильность его собственного времени;

9) для контроля за текущей ситуацией можно прочитать параметры сети на подключении, нажав кнопку «Чтение текущих параметров»;

10) перейти к окну «Скачивание архивов», нажав соответствующую кнопку и произвести снятие требуемых отчетов. При этом в отчеты поступят те параметры, которые были выбраны ранее в окне «Ввод титульных параметров»;

11) вернуться в основное окно и вновь войти в окно «Ввод титульных параметров» для выбора другого подключения. Заново читать файл инициализации при этом не надо, т.к. считанная информация сохраняется до закрытия CntTst3.

#### 4.9 Работа в основном окне программы

Кроме кнопки «Ввод титульных параметров» в основном окне расположены:

- 1) список выбора адреса счетчика и кнопка «Из Инфо»;
- 2) переключатель выбора интерфейсов. Доступен при связи со счетчиком через коммуникатор фирмы «Альбион»;
- 3) переключатель «Поиск IR». Доступен при связи со счетчиком через коммуникатор фирмы «Альбион» и выборе IR-интерфейса;
- 4) кнопка «Проверка связи с коммуникатором». Доступна при связи со счетчиком через коммуникатор фирмы «Альбион»;
- 5) кнопка «Проверка связи со счетчиком». Доступна при удачном соединении со счетчиком по любому из интерфейсов;
- 6) кнопка «Чтение текущих параметров»;
- 7) кнопка «Скачивание архивов»;
- 8) цифровые индикаторы в строке состояния «Коды ошибок», «Время счетчика», «Часовой пояс» и «Считанный зав. номер»;
- 9) кнопка «Очистить» очищающая окно лога программы.

Справа от кнопок расположена панель со вкладками. Первая – Инфо – отображающая информацию о выбранном в окне «Ввод титульных параметров» узле. Вторая – Настройки платы ДИ (Дополнительных интерфейсов) – нужна для настройки параметров интерфейсной платы. Например можно изменить частоту для связи по RS-каналу или адрес счетчика. Третья – Настройки коммуникатора – используется для программирования параметров коммуникатора-преобразователя интерфейсов фирмы «Альбион». Нижнюю часть окна занимает поле отображения циклов обмена.

При нажатии на кнопку «Проверка связи со счетчиком» программа производит 1 цикл обмена со счетчиком, посылая команду «Передать заводской номер». Если цикл прошел нормально (в течение 5 сек получен ответ, и его параметры равны ожидаемым), то появится цветовой индикатор «Зеленая Галочка»,

а информация, полученная от счетчика, расшифровывается в цифровых индикаторах. Если что-либо получено не правильно, то появится цветовой индикатор «Красный крестик», дешифрация не производится, а попытка проверки связи повторяется до 100 раз. Если попытка установления связи проводилась по IRDA-каналу, то в это время возможно сориентировать коммуникатор так, чтобы возникла связь. В обоих случаях передаваемый и принимаемый массивы отображаются в поле циклов обмена, что позволяет установить причину отбраковки. Поскольку в коммуникаторе встроено ограничение времени ожидания ответа (тайм-аут), то по истечении его коммуникатор ответит сам. Отличить ответ коммуникатора от ответа счетчика можно по 1 байту в логе: у счетчика это установленный адрес в шестнадцатеричной форме, а у коммуникатора всегда 254 (или FE). Если программа при проверке связи начинает многократно опрашивать счетчик, то это верный признак отсутствия связи. Дополнительно при отрицательном результате оператору выставляется сообщение с текстовым уведомлением.

Операцию контроля связи рекомендуется проводить во всех случаях, когда сменился (или только что выбран) адрес или порт абонента, с которым производится обмен.

При связи по IRDA-каналу после удачного выполнения команды «Поиск IR >> ВКЛ» команда «Проверка связи со счетчиком» производится автоматически ~3 раза в секунду, но эти отсылки в логе не отображаются как неинформативные. При этом, в случае установки факта соединения со счетчиком, фон элемента «Поиск IR» окрашивается в зеленый цвет, в противном случае – в красный. При зеленом фоне проверять связь не обязательно – факт ее наличия уже установлен, но можно проверить связь для получения информации о счетчике.

При контроле связи в цифровых индикаторах устанавливается следующая информация:

					<i>270404.2017.448 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		81



– три байта кодов ошибок в шестнадцатеричной форме. При правильной работе счетчика все три байта должны быть равны 0. Первый и третий байты отражают наличие внутренних аппаратных ошибок и ошибки счетчика при приеме массива. Их расшифровка приведена в «Протоколе обмена данными по интерфейсу RS–485»;

– три младших бита второго байта отражают (по битно) наличие напряжений на входе счетчика, т.е. состояние сети. Например, при отсутствии фазы А во 2 байте будет число 01, а при отсутствии всех 3 фаз – 07;

– внутреннее время счетчика – это абсолютное время по Гринвичу, имеющее форму – (дд:мм:гггг чч:мм:сс), которая должна быть установлена для системного времени машины, на которой установлена программа CntTst3, иначе возникнет системная ошибка преобразования, которая не позволит скачать архивы;

– смещение к локальному времени, представляющее собой число в диапазоне –12...+12. Значение 0 говорит о том, что счетчик настроен на работу с локальным временем. Для Уральского региона смещение равно +6;

– заводской номер счетчика – это номер, устанавливаемый при его калибровке и хранящийся во внутренней памяти счетчика.

При нажатии на кнопку «Чтение текущих параметров» программа производит 1 цикл обмена со счетчиком, посылая команду «Чтение текущих оперативных данных». При этом так же, как при контроле связи, происходит обновление всех цифровых индикаторов. Дополнительно в поле циклов обмена расшифровываются полученные данные – по каждой фазе напряжение (в Вольтах), ток (в Амперах), активная мощность (в кВт), реактивная мощность (кВА). В последующих 2 строчках приводятся значения полной накопленной энергии поквадрантно. В первой строке – потребление в последовательности: активная энергия, реактивная индуктивная (1 квадрант), реактивная емкостная (4 квадрант). Во второй строке – экспорт в той же последовательности: активная, индуктивная (3 квадрант), емкостная (2 квадрант).

#### 4.10 Скачивание и сохранение информации архивов

Счетчик «Хитон» хранит информацию в пяти различных и независимых архивах:

- 1) архив получасовых отсчетов;
- 2) архив оперативных данных;
- 3) архив суточных отсчетов;
- 4) архив месячных отсчетов;
- 5) архив событий.

Все архивы имеют кольцевую структуру, то есть по достижении заданного количества записей вновь поступающие данные затирают наиболее ранние записи. Таким образом, архивы хранят данные за последнее время, длительность которого определяется глубиной архива.

Каждая запись в архив сопровождается своим номером, являющимся уникальным временным идентификатором записи. Задавая временной диапазон чтения архива, пользователь в неявной форме задает именно этот номер записи. Поскольку фиксация записей в архив происходит всегда в конце промежутка регистрации, а пользователь всегда задает начало диапазона, номер первой считанной записи всегда на 1 больше номера начала заданного диапазона.

Запись данных во все архивы производится всегда, и не существует команд, отключающих архивирование. Запись в архивы получасовых, суточных и месячных отчетных архивов производится в фиксированные моменты времени, соответствующие их названиям. Интервал записи в архив оперативных отсчетов может регулироваться штатными средствами системы «Корона» в диапазоне 2...120 мин, в данной программе эта возможность отсутствует. Архив событий пополняется в произвольные моменты времени по мере возникновения событий.

Каждая запись в отчетный архив сопровождается байтом статуса, указывающим на достоверность записи. Если в течение регистрируемого промежутка времени происходило пропадание фаз входного напряжения, в байте статуса

появится лишняя 1, указывающая, что подсчет энергии производился неполный (или увеличенный) промежуток времени. Если счетчик находился длительное время без питания (отсутствие всех фаз и резервного питания), то архивы дополняются записями со статусом 00, указывающими на отсутствие данных о потреблении энергии в указанный промежуток времени. Отчетные архивы всегда являются непрерывными.

Архив получасовых отсчетов хранит значения энергии, которая была потрачена за каждую из 64\*48 (т.е. 3072, или 64 суток) последних получасовок. Иными словами глубина архива получасовых отсчетов 64 сутки. Глубина архива суточных отсчетов 255 записей или более 8 месяцев и в архиве хранятся не расход, а полная накопленная энергия на момент регистрации, т.е. фактически показания счетчика. Глубина архива месячных отсчетов 128 записей, или более 10 лет, и он также хранит показания счетчика на момент регистрации. Архив событий содержит 3 журнала, ориентированных на свои типы событий. Глубина каждого журнала – 128 записей.

Окно «Скачивание архивов» вызывается из основного окна программы по нажатию кнопки «Скачивание архивов» и содержит следующие элементы:

- переключатель архивов. Для начала работы необходимо выбрать из выпадающего списка один из 5 возможных архивов;
- информационные строки по выбранному архиву, в которых отображается информация, необходимая для выбора диапазона скачивания – шаг архивирования, расчетная глубина архива (т.е. наиболее ранняя дата, для которой возможно запросить данные выбранного архива; вычисляется из текущего времени счетчика и глубины архива; фактически глубина архива может оказаться меньше, т.к. он может быть не до конца заполненным), текущее время счетчика с учетом часового пояса;
- переключатель скачиваемого диапазона. Содержимое выпадающего списка этого переключателя контекстно зависимо от выбранного архива;

- информационные строки по выбранному диапазону скачивания, расположенные с левом нижнем углу окна. Отображают выбранную дату и время начала диапазона скачивания и соответствующий ей номер записи, количество читаемых записей и код команды чтения. Все эти параметры можно проконтролировать до того, как будет включен режим чтения;

- в центральной части окна скачивания – зона отображения принятой информации;

- в правом верхнем углу – кнопка «Скачать» для запуска процесса чтения, кнопка «Сохранить» для сохранения содержимого зоны отображения, кнопка «Сохранить как XML» для формирования отчета, кнопка «Завершить» для завершения работы в окне.

#### 4.11 Выбор читаемого диапазона

При выборе способов задания диапазона чтения учтено, что:

- задавать диапазон единым универсальным способом не целесообразно, т.к. он требует задания минимум 2 временных точек;

- диапазон для каждого вида архива удобно задавать с привязкой к более крупным, но естественным временным интервалам. Например, архив получасовок привязывать к суткам, суточный архив – к месяцам, месячный архив – к годам;

- для любого диапазона задавать по возможности не более 1 даты, вторая дата должна формироваться из названия диапазона. Например, для способа «Получасовые отсчеты за выбранные сутки» выбирается только дата, количество записей всегда известно заранее.

Исходя из этих предпосылок сформированы списки способов задания диапазона для всех архивов, кроме архива событий. Этот архив всегда читается полностью, и при его выборе переключатель «Выбор диапазона» невидим.

Анализ показывает, что состав альтернатив в списках достаточен почти для всех случаев жизни, но тем не менее автор будет благодарен за подсказку часто требуемых, но не вошедших в списки способов задания диапазона.

#### 4.12 Выбор диапазона для архива получасовых отсчетов

Для получасовых отсчетов в списке альтернатив имеются следующие варианты:

- за сегодня;
- за вчерашний день;
- за один выбранный день;
- с выбранной даты по текущее время;
- за полный предыдущий месяц;
- полностью.

Первый и второй способы не требуют задания каких-либо дат. Первая запись в них будет датирована 0 час 30 мин сегодняшнего (или вчерашнего) числа. А количество записей либо определяется текущим временем (в первом случае), либо равно 48 (во втором случае). Во всех случаях время задается по локальному времени счетчика, т.е. считанное время счетчика плюс поправка на часовой пояс, и должно соответствовать общепринятому локальному времени.

При выборе третьего способа открывается вспомогательное окно ввода даты. В верхней части которого указана расчетная глубина архива, т.е. наиболее ранняя дата, которую можно выбрать. В центре находится строка с текущей датой, которую можно отредактировать обычными средствами и установить желаемую дату. Также есть возможность нажать на стрелку в правой части этой строки и в календаре эту дату указать. По окончании выбора нажать кнопку «Применить». Окно закроется и дата будет считаться выбранной. Если нажать кнопку «Отмена», то дата считается не выбранной, окно закроется и необходимо вновь установить переключатель диапазона. Если выбранная дата позже сегодняшней или раньше глубины архива, то будет выставлен запрос на

повторный ввод даты. Количество читаемых записей в этом способе всегда 48, но фактически оно может быть меньше.

Четвертый способ отличается от третьего только количеством читаемых записей – оно устанавливается таким, чтобы прочитать архив с 0 час 30 мин заданной даты до текущего времени.

Пятый способ не требует задания дат, начало чтения вычисляется как 0 час 0 мин 1 числа предыдущего месяца (по текущему времени счетчика). Но количество читаемых записей переменное и зависит от количества дней в месяце.

При шестом способе читаются все записи, которые есть в архиве, и не обязательно первая запись начинается с начала суток. Необходимо отметить, что полный архив читается в течение пяти минут.

#### 4.13 Выбор диапазона для архива оперативных данных

Для оперативных данных в списке альтернатив имеются следующие варианты:

- за последний час;
- за последние сутки;
- с выбранного времени;
- полностью.

Первый и второй способы не требуют задания времени. При первом способе первая запись будет датирована (текущее время – 1 час) с округлением в меньшую сторону до шага архивирования. При втором способе первая запись будет датирована текущим временем с округлением в меньшую сторону до шага архивирования, но вчерашнего дня. Количество записей определяется шагом архивирования, и если он меньше 22,5 мин, то может возникнуть ошибка задания более раннего времени, чем глубина архива.

В третьем способе вызывается то же окно ввода даты, но поле задания даты работает в режиме задания времени. Выпадающего календаря в этом случае

нет. Введенное время округляется до ближайшего следующего кратного шагу архивирования.

При четвертом способе читаются все записи, которые есть в архиве, не зависимо от шага архивирования. Необходимо отметить, что полный архив читается в течение двух минут.

#### 4.14 Выбор диапазона для архива суточных отсчетов

Для суточных отсчетов в списке альтернатив имеются следующие варианты:

- с выбранной даты;
- за последние тридцать дней;
- за полный предыдущий месяц;
- за выбранный месяц;
- полностью.

Выбор даты в первом способе осуществляется уже описанным выше способом через окно ввода даты. Способ позволяет прочитать архив с первого числа текущего месяца, или за прошедший календарный месяц, введя текущую дату в предыдущем месяце, или любой другой диапазон, заканчивающийся текущей датой.

Подмножеством этого способа является второй способ, не требующий ввода даты и использующий наиболее распространенное количество дней.

При третьем способе диапазон чтения определяется как с 1 числа предыдущего месяца по 1 число текущего месяца и не требует ввода дат. Этот способ на взгляд разработчика является наиболее используемым способом чтения этого архива, т.к. отражает расчетный финансовый промежуток времени.

Обобщением третьего способа является 4 способ. Для задания месяца при этом надо выбрать любую дату в желаемом месяце в том же окне ввода дат.

При четвертом способе читаются все записи, которые есть в архиве. Полный архив читается в течение тридцати секунд.

#### 4.15 Выбор диапазона для архива месячных отсчетов

Для месячных отсчетов в списке альтернатив имеются следующие варианты:

- за год с текущей даты;
- за полный предыдущий год;
- за выбранный год;
- полностью.

Первый способ позволяет просмотреть историю энергопотребления за последний год. Диапазон чтения при этом определяется, как с 0 часов 0 мин 0 сек 1 числа предыдущего месяца предыдущего года по 0 часов 0 мин 0 сек 1 числа текущего месяца текущего года. Количество записей всегда 12.

Второй способ позволяет прочитывать данные по энергопотреблению за только что закончившийся отчетный финансовый период (с января по декабрь включительно).

Третий способ аналогичен второму, но год выбирается в том же окне ввода дат. Вместо поля выбора даты при этом используется выпадающий список годов с диапазоном 2000...2040, в котором надо выбрать требуемый год.

При четвертом способе читаются все записи, которые есть в архиве. Полный архив читается в течение пятнадцати секунд.

#### 4.16 Чтение и расшифровка принятой информации

Чтение информации инициируется путем нажатия кнопки «Скачать». При этом используются параметры, установленные при выборе архива и диапазона. Процесс чтения отображается шкальным индикатором и визуально в зоне отображения принятой информации как последовательное отображение строк с записями. Перед чтением в зоне отображения формируется шапка из данных, позволяющих идентифицировать принятую информацию. Далее проводится цикл первого считывания архива, при котором определяется фактическая дата начала архива, которая может быть позже теоретически вычисленной, если ар-



хив еще до конца не заполнен. В этом случае пользователю выставляется сообщение, а в шапке указывается фактическая дата начала первого интервала. Если фактическая дата чтения больше конечной даты диапазона, то в зоне отображения указывается всего 1 строка с записью, относящейся к фактическому началу архива. После списка записей помещается строка с указанием фактически считанного количества записей, и если количество считанных записей получилось меньше заданного, выставляется соответствующее уведомление.

Чтение архивов можно повторять многократно, не выходя из окна скачивания и только меняя диапазон или тип архива. Но в поле отображения будет сохраняться только один последний считанный архив.

Если все считанные записи не уместятся в установленный размер зоны отображения, их можно просмотреть с помощью полосы прокрутки.

Если до чтения отчетных или оперативного архивов был хотя бы 1 раз прочитан архив событий, то его содержимое запомнится во внутренней памяти программы. После очередного чтения других архивов программа будет выставлять запрос о дополнении полученных записей расшифровкой событий, произошедших за время, относящееся к считанной информации. Если ответить утвердительно, то программа отсортирует из памяти те события, время регистрации которых попадает в интересующий диапазон, и поместит в конце их расшифровку. Это рекомендуется делать только для коротких интервалов времени – день, неделя, месяц. Для больших интервалов количество мало информативной информации из архива событий может существенно превысить информационную часть отчета. Например, при чтении отчета за год из месячного архива на 12 информационных записей приходится до 128 сообщений о коррекции времени на 1 сек.

#### 4.17 Расшифровка отчетных архивов

К отчетным архивам относятся архив получасовых отсчетов, суточный и месячный архивы. Все они хранят данные либо о расходе, либо о накопленной

энергии (экспорте и импорте) за соответствующий промежуток времени. Поэтому формат строки, расшифровывающей запись, для них одинаковый:

– <номер записи> <время и дата> <байт статуса><активная энергия (прием)> <реактивная энергия (прием)> <активная энергия (отдача)> <реактивная энергия (отдача)>

Номер записи является ее идентификатором и представляет собой целое число. Номера в считанных записях обязательно должны следовать непрерывно, и если этого не наблюдается, значит архив поврежден.

Формат даты и времени регистрации записи различается для разных архивов. Для архива получасовых отсчетов это будет (чч:мм дд.мм); для архива суточных отсчетов (дд.мм.гггг), для архива месячных отсчетов (мм.гггг).

Байт статуса указывается в виде двухзначного шестнадцатеричного числа.

Накопленная энергия приводится в кВт\*час (активная) или в кВА\*час (реактивная) с точностью 3 знака после запятой. Хотя счетчик измеряет отдельно емкостную и индуктивную составляющие реактивной энергии, в отчет в поле отображения поступает их сумма.

Примеры:

– архив получасовых отсчетов:192412 18:30 22.12 09 00,057 00,027 00,000 00,000;

Расшифровка примера: запись №192412 сделана 22 декабря в 18 час 30 мин и отражает энергию в промежуток времени с 18:00 по указанное время. За этот промежуток зарегистрирована коррекция времени (байт статуса 09 – единицы в 0 и 3 битах). Накопленная за это время энергия – 0,057 кВт\*час (активная прием) и 0,027 кВА\*час (реактивная прием). Отдачи энергии за указанный промежуток не было.

– архив суточных отсчетов: 4009 22.12.2010 09 000057,631 000024,623 000000,270 000000,266;

Расшифровка примера: запись №4009 сделана 22 декабря 2010 года в 0 час 0 мин и отражает накопленную энергию на момент регистрации. За промежу-

									Лист
									91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	270404.2017.448 ПЗ ВКР				

ток времени с 0 час 0 мин 21 декабря (дата получена вычитанием – ведь архив суточный) по момент записи зарегистрирована коррекция времени (байт статуса 09 – единицы в 0 и 3 битах). Накопленная счетчиком к моменту регистрации энергия – 57,631 кВт\*час (активная прием), 24,623 кВА\*час (реактивная прием), 0,27 кВт\*час (активная отдача) и 0,266 кВА\*час (реактивная отдача).

– архив месячных отсчетов: 132 01.2011 19 000078,933 000044,130 000000,270 000000,266.

Расшифровка примера: запись №132 сделана 1 января 2011 года в 0 час 0 мин и отражает накопленную энергию на момент регистрации. За промежуток времени с 0 час 0 мин 1 декабря 2010 года (дата получена вычитанием – ведь архив месячный) по момент записи зарегистрирована коррекция времени и выключение счетчика, (байт статуса 19 – единицы в 0, 3 и 4 битах). Накопленная счетчиком к моменту регистрации энергия – 78,933 кВт\*час (активная прием), 44,13 кВА\*час (реактивная прием), 0,27 кВт\*час (активная отдача) и 0,266 кВА\*час (реактивная отдача).

#### 4.18 Расшифровка архива оперативных данных

В отличие от отчетных архивов каждая запись архива оперативных данных расшифровывается в 4 строки. Формат первой строки в целом соответствует формату отчетных архивов, но нумерация записей не последовательная, а через шаг, равный количеству минут в шаге регистрации. Изменен также формат времени (чч:мм). Далее следуют 3 строки с данными по напряжению, току активной и реактивной мощностям на момент регистрации. Формат этих строк соответствует формату аналогичных строк в команде «Чтение текущих параметров» в основном окне программы.

Пример:

5864218 13:56 01 000080,821 000046,322 000000,270 000000,266

Фаза А 057,26 01,202 0062,4 0029,1

Фаза В 056,12 04,540 0212,6 0140,4

Фаза С 058,85 00,562 0029,8 0014,3

Расшифровка примера: запись №5864218 сделана в 13 час 56 мин 0 сек 24 февраля 2011 года (дата устанавливается по информации в шапке отчета). За промежуток времени с 13 час 54 мин (диапазон устанавливается по шагу регистрации, указанном в соотв. информационной строке) по время регистрации никаких событий не происходило (байт статуса 01). На момент регистрации напряжения на входе счетчика были 57,26 В, 56,12 В, 58,85 В (фазы А, В, С соответственно), токи были 1,202 А, 4,54 А, 0,562 А, активные мощности 62,4 Вт, 212,6 Вт, 29,8 Вт, реактивные мощности 29,1 ВА, 140,4 ВА, 14,3 ВА. Показания счетчика на момент регистрации составляют: 80,821 кВт\*час (активная прием), 46,322 кВА\*час (реактивная прием), 0,27 кВт\*час (активная отдача) и 0,266 кВА\*час (реактивная отдача).

#### 4.19 Расшифровка архива событий

Архив событий всегда читается полностью, поэтому не требуется задавать временной диапазон, а в шапке считанной информации отсутствуют строки с указанием заданных дат и длины. Архив событий делится на 3 журнала, имеющих кольцевую структуру. В каждом журнале регистрируется свой набор событий. Это сделано для того, чтобы часто встречающиеся, но мало интересные события (например, коррекция времени) не затирали редкие, но более важные события (например, пропадание фаз). Поэтому в зоне отображения информация помещается в виде 3 частей, каждая из которых озаглавлена «Журнал №...». Запись события состоит из полей:

- сквозной для всех событий идентификационный номер;
- время возникновения события;
- тип события;
- дополнительная информация.

В зоне отображения события отражаются строкой:

<Номер> <тип> <время и дата > <расшифровка>

					270404.2017.448 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

Номер является просто целым числом и по нему можно судить, насколько часто и в какой последовательности заполнялся тот или иной журнал. Тип событий является числом в диапазоне 1...255 и определяет, что же произошло. Не все числа допустимы, а только те, которые перечислены ниже. Если программа при чтении встречает число, не входящее в список допустимых, она поле «расшифровка» помещает «неизвестный тип события» и переходит к следующей записи. В поле «время и дата» указываются время и дата возникновения события в описанном выше системном формате (чч:мм:сс дд.мм.гггг). В поле «расшифровка» помещается фраза, описывающая фактическое событие.

Различные типы событий имеют различную длину описания, и если при дешифрации принятой информации обнаруживается несовпадение длин (остаток принятой информации не может быть интерпретирован), программа помещает уведомление и переходит к чтению следующего журнала (если он есть). Такое может произойти, если архив событий поврежден. Список возможных событий и их интерпретация приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Список возможных событий и их интерпретация

Журнал	Тип	Фраза для интерпретации	Примечание
1	1	Установка времени. Новое время.	Приводится новое время в системном формате
1	2	Установка временного пояса. Новое смещение.	Приводится новое смещение локального времени к Гринвичу
1	3	Новый пароль.	Пароль не приводится.
2	11	Включение счетчика. Время выключения.	Дата записи указывает на время включения, а приводится дата выключения.

Окончание таблицы 9

2	12	Изменение состояния фаз. Включение фазы.	Сообщение «Включение фазы» повторяется столько раз, сколько фаз появилось. Если фаза пропала, используется «Выключение фазы ...».
2	13	Изменение аппаратного состояния. Обнаружен сбой памяти.	При восстановлении памяти после устранения сбоя помещается сообщение об удалении сбоя памяти
2	13	Изменение аппаратного состояния. Некорректные показания времени.	При восстановлении времени помещается сообщение о поправке некорректных показаний времени.
2	13	Изменение аппаратного состояния. Обнаружена неисправность дисплея.	При восстановлении взаимодействия с дисплеем помещается сообщение об удалении неисправности дисплея.
3	21	Коррекция времени. Новое время.	Приводится новое время в системном формате
3	22	Установка скорости интерфейса. Новая скорость.	Приводится новая скорость обмена в бод.

#### 4.20 Сохранение считанной информации

Сохранение считанной информации в файле на диске производится по нажатию кнопки «Сохранить». При этом в файл записывается текущее состоя-

ние зоны отображения информации. Тип файла – текстовый, и он будет иметь расширение \*.txt.

Для сохранения формируются папка по умолчанию (путь к которой задан ранее в окне ввода титульных параметров) и имя файла по умолчанию. Но эти параметры могут быть изменены. При нажатии на кнопку «Сохранить» будет открыто системное диалоговое окно сохранения файла, в котором будут отражены указанные параметры. Если сразу нажать кнопку «Сохранить» в этом окне, то информация будет сохранена в файле с параметрами по умолчанию. Но окно сохранения позволяет изменить имя файла, папку или создать новую папку. В этих случаях программа проверяет, существует ли выбранный файл, и если он есть, то выставляется запрос на подтверждение его перезаписи.

Имя файла по умолчанию составляется следующим образом:

– <идентификатор архива>\_<зав. номер>\_<дата диапазона>\_<дополнение>.txt

Каждая часть имени файла имеет свое значение, а именно:

– идентификатор архива – это одно из следующих сокращений:

- 1) half\_hour – для архива получасовых отсчетов;
- 2) op\_data – для архива оперативных данных;
- 3) days – для архива суточных отсчетов;
- 4) months – для архива месячных отсчетов;
- 5) event – для архива событий.

– зав. номер – заводской номер счетчика, с которого происходит считывание архива. Первоначально в этом месте планировалось поместить название подключения, но возможны одинаковые названия подключений в разных подстанциях и на разных предприятиях; кроме того эти строки могут содержать символы, не допустимые в имени файла. Наиболее простым и надежным идентификатором места, откуда считана информация, является именно 8–значный заводской номер, а прочую информацию можно получить, если просмотреть содержимое этого файла;

– дата диапазона – это фактическая дата начала диапазона для всех архивов, кроме архива событий. Для него указывается дата чтения архива. Формат дат индивидуален для каждого архива:

1) для архива получасовок – (дд–мм), т.е. день–месяц;

2) для архива оперативных данных – (чч–мм–дд–мм), т.е. часы–минуты–день–месяц;

3) для архива суточных отсчетов– (дд–мм), т.е. день–месяц;

4) для архива месячных отсчетов – (мм–гггг), т.е. месяц–год;

5) для архива событий – (дд–мм–гггг), т.е. день–месяц–год;

– дополнение – если из этого счетчика этот же архив в этот же день не читался, то дополнение отсутствует. Если это уже происходило, то к имени файла добавляется (\_01), или (\_02), пока не будет найдено значение, делающее имя уникальным. Таким образом, запись в файл с именем по умолчанию всегда производится во вновь создаваемый файл и не затирает предыдущие записи.

Примеры:

– Half\_hour\_10411611\_26–12.txt – файл, содержащий информацию из архива получасовок за 26 декабря;

– Half\_hour\_10411611\_26–12\_01.txt – аналогичный файл, но возможно, за другой год, или прочитанный повторно.

#### 4.21 Формирование XML–отчета

Формирование XML–отчета в файле на диске производится по нажатию кнопки «Сохранить как XML». При этом формируется XML – файл, пример которого изображен в приложении Г, в который записывается однодневный отчет. Для того, чтобы это произошло, необходимо предварительно считать из архива получасовок информацию за один выбранный день. При нажатии на кнопку «Сохранить как XML» программа контролирует, что в зоне отображения именно информация архива получасовок, и количество записей именно 48, и начало



первой записи именно с 0 час 0 мин. Если это не выполняется, программа выставит сообщение и прервет формирование отчета.

Для сохранения отчетов использован тот же механизм, что и для сохранения текстовых файлов, но формат имени файла по умолчанию использован другой:

– < Albion > \_<зав. номер> \_<дата > \_<дополнение>.txt

Расшифровка:

– Albion – название фирмы, отличающее полученный отчет от отчетов, полученных на оборудовании других производителей:

– зав. номер – заводской номер счетчика, с которого читается отчет;

– дата – это фактическая дата, к которой относится приведенный в файле отчет в формате (ддммгггг);

– дополнение – дополнительный номер для создания уникального имени, формируемый аналогично сохранению архивов в форме текста.

Примеры:

– Albion\_10411611\_26122010.xml – файл, содержащий отчет за 26 декабря 2010 года со счетчика № 10411611.

– Albion\_10411611\_26122010\_01.xml – аналогичный файл, но прочитанный повторно.

#### 4.22 Модель работы в окне «Скачивание архивов»

Состав элементов и их функции в окне скачивания архивов подобраны так, чтобы максимально ускорить процессы чтения и сохранения архивов путем минимизации ручных операций, таких как выбор времени или ввод имени файла, при этом не ограничивая (или минимально ограничивая) оператора в вариантах действий.

Предполагается следующая последовательность действий:

1) при входе в окно «Скачивание архивов» оператор заранее знает, что в сохраняемых данных или отчетах должна присутствовать информация о событиях.

Если это необходимо, то первое, что нужно сделать, прочитать архив событий, для чего в переключателе вида архива выбрать «Архив событий» и нажать кнопку «Скачать». Процесс чтения отображается шкальным индикатором и в зоне отображения. Принятую информацию можно сохранить (путем нажатия кнопки «Сохранить»), но для последующих действий это не обязательно – данные архива сохранятся в памяти программы до конца работы в окне;

2) выбрать требуемый архив в переключателе архивов и требуемый диапазон в переключателе диапазонов и нажать кнопку «Скачать». Если требуется дополнить полученные данные информацией из архива событий, то на запрос по окончании чтения ответить утвердительно. Это не обязательно, даже если предполагается сохранить данные в виде XML-отчета. При формировании его данные архива событий добавляются автоматически, если они были предварительно получены;

3) просмотреть полученные данные в окне отображения. Кроме самих данных там будут указаны все необходимые сведения для их идентификации – параметры предприятия, подстанции, подключения, дата снятия показаний, время начала и т.д. Если все в порядке, то можно сохранить данные в виде текста. Сформированное имя файла по умолчанию при этом гарантирует сохранение во вновь создаваемом файле, а также быструю идентификацию содержимого файла по его имени (последующий поиск требуемого файла). Сохраненный файл в последующем можно открыть Блокнотом и перенести считанные данные в Excel или другую программу путем простого копирования.

При возникновении ошибки можно повторить чтение с другими параметрами. Возможно так же за одну сессию в окне скачивания прочитать несколько типов архивов или несколько диапазонов одного архива, не забывая при этом сохранять полученные данные. Существует возможность также сохранить одни и те же данные в виде текста и XML-отчета.

#### 4.23 Настройки дополнительных интерфейсов в программе CntTst3

Параметры связи дополнительной интерфейсной платы меняются на вкладке «Настройки платы ДИ» главного окна программы. Оно становится доступным при открытии соединения по RS–каналу, т.к. настройка платы по IRDA–каналу невозможна. При попытке изменения адреса счетчика программа выдает запрос на подтверждение этой операции во избежание случайной его порчи. Кнопка «Параметры по умолчанию» поможет записать стандартные значения (кроме адреса, значение которого берется из переключателя «Новый адрес IR,RS»).

Программа CntTst3 позволяет устанавливать различную скорость обмена и стартовый байт по IRDA–каналу, но эти значения не должны меняться для упрощения работы с программой, так как это может быть причиной отсутствия связи (а не только несовпадающий адрес). В случае случайного изменения этих параметров, нужно подключиться к RS–каналу интерфейсной платы и нажать кнопку «Параметры по умолчанию» утвердительно ответив на вопрос о записи значений в прибор.

Программа CntTst3 позволяет провести такие технологические операции как: установка и чтение адресов интерфейсной платы, параметров IRDA и RS–канала через доп–RS–канал.

Для проведения этих операций технологическая панель содержит следующие элементы:

- кнопка «По умолчанию»;
- кнопки проведения операций «Читать параметры» и «Установить параметры»;
- переключатели устанавливаемых параметров «Новый Адрес IR,RS» и «Стартовый байт IR»;
- списки выбора частоты IRDA и RS.

Состояние всех переключателей может изменяться строго последовательно вверх (увеличение) или вниз путем нажатия на стрелки, расположенные рядом

с ними. При чтении переключатели используются как индикаторы и устанавливаются в состояния, соответствующие принятой информации.

Адрес 255 является общим для всех интерфейсных плат и используется для чтения и записи адресов в интерфейсной плате, поэтому устанавливается автоматически при обращении к плате. Кнопка «По умолчанию» позволяет быстро установить состояния всех переключателей в нормальное состояние после чтения произвольных данных. Таким состоянием является:

- частота RS равна 19200 бод;
- частота IRDA равна 9600 бод;
- стартовый байт IRDA равен 31.

Раскрывающиеся списки «Частота RS», «Частота IRDA» задают скорости обмена по каналам доп-RS и IRDA:

- 4800 бод;
- 9600 бод;
- 19200 бод;
- 38400 бод;
- 57600 бод;
- 115200 бод;
- 230400 бод;
- 460800 бод;
- 921600 бод.

После установки новой скорости по любому каналу счетчик передает ответ на прежней скорости, но все последующие обмены должны проводиться на новой скорости.

Стартовый байт IR. посылается для обнаружения источника сообщений при установлении связи по каналу IR.

## 4.24 Описание технологических операций

### 4.24.1 Чтение параметров интерфейсной платы

Данная операция используется для определения состояния интерфейсной платы ранних исполнений и проводится без передачи информации счетчику. Достаточно, чтобы на плату было подано питание и скорость обмена, установленная в плате, была установлена 19200 бод по RS-каналу и 9600 бод по IRDA. Если плата не отвечает, можно повторить попытки на других скоростях, изменив настройки коммутатора.

Операция проводится по нажатию кнопки «Читать параметры». После операции в переключателях отображаются параметры доп. каналов, установленные в счетчике:

- частота RS – скорость обмена интерфейсной платы для канала доп-RS;
- частота IRDA – скорость обмена интерфейсной платы для канала IR;
- стартовый байт IR – стартовый байт канала IR.

Если при проведении обмена произошла ошибка, то можно сделать вывод о том, что либо в плате установлена иная скорость обмена, либо она неисправна.

Данную операцию удобно использовать, если заранее не известен адрес, установленный в интерфейсной плате (например, после отсутствия ответа при проверке связи). Тогда после операции в переключателе «Адрес» установится ее фактический адрес. И если остальные параметры в норме (т.е. не было сбоя при хранении параметров), то повторная проверка связи даст положительный результат.

### 4.24.2 Установка параметров интерфейсной платы

Данная операция используется для установки состояния интерфейсной платы ранних исполнений, в поздних версиях автоматически при подаче питания на счетчик. Для плат позднего исполнения данная операция ни на что не влияет.

					<i>270404.2017.448 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		102

Операция проводится по нажатию кнопки «Установить параметры». Перед операцией в переключателях должны быть установлены записываемые параметры дополнительных каналов:

- новый Адрес IR,RS – адрес интерфейсной платы для каналов IR и доп-RS;
- частота RS – скорость обмена интерфейсной платы для канала доп-RS;
- частота IR – скорость обмена интерфейсной платы для канала IR;
- стартовый байт IR – стартовый байт канала IR.

Выводы по разделу четыре

1. Было рассмотрено назначение и условия применения разработанного программного обеспечения.
2. Разработанное ПО имеет различные модели использования в зависимости от организации связи между прибором учета и коммуникатором.
3. Разработанное программное обеспечение позволяет производить запись данных несколькими способами.
4. Наличие выбора читаемого диапазона обеспечивает актуальность обмениваемой информации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате написания магистерской диссертации были достигнуты следующие результаты:

1) проведен обзор научно-информационных источников. Анализ рассмотренных источников показал, что тематика работы, посвященная разработке мобильного коммуникатора и специализированного программного обеспечения, актуальна;

2) предложен разработанный протокол для обмена данными между приборами учета и коммуникатором, основанный на методе прерываний, не требующий написания значительного программного кода для его реализации;

3) спроектированы схемы разработанного коммуникатора, в которых были учтены простота, надежность, доступность используемых элементов, что немаловажно для проектирования коммуникатора на действующем производстве;

4) произведен расчет принципиальной электрической схемы с целью установки соответствия максимального потребляемого тока коммуникатором с максимально разрешенным значением потребления тока при подключении к порту USB;

5) разработан действующий образец коммуникатора, обеспечивший снятие данных с приборов учета, используемых для учета электроэнергии на отдаленном предприятии;

6) было разработано специализированное программное обеспечение с использованием среды Borland C++ Builder 6.0, реализующее обмен данными по протоколу между приборами учета электроэнергии и разработанным коммуникатором, которое является простым в использовании и не требующим дополнительной установки в ПК оператора.

## Перечень сокращений

АРМ – автоматизированное рабочее место;

АИИС КУЭ – автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета энергии;

АСУ – автоматизированная система управления;

КС – канал связи;

ПЛК – промышленный логический контроллер;

ПК – персональный компьютер;

ПУ – передающее устройство;

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина;

УСПД – устройство сбора первичных данных;

ЭРК – энергораспределительные компании.

					<i>270404.2017.448 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>105</i>



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гайнуллина А.А. Особенности организации передачи данных между программируемыми логическими контроллерами по протоколу MODBUS / А. А. Гайнуллина, А.Д. Байтимиров // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Вып. 23. – №16(96). – С.230–235

2. Карманов Ю.Т. Гибкое решение для беспроводной передачи данных в технологиях «Умный дом» / Ю.Т. Карманов, В.С. Спицын, М.М. Григорьев, В.В. Спицын // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2008. – Вып.8. – №17(117). – С.30–33

3. Бурцев А.Г. Управление скоростью работы канала информационного обмена приборов АСУ с интерфейсом RS-485 / А.Г. Бурцев, В.И. Капля // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия «Автоматика, вычислительная техника». – 2010. – Вып.6. – №12(88). – С.74–75

4. Сапожников А.В. Современная оценка качества передачи данных по каналам связи / А.В. Сапожников // Т-СОММ: Телекоммуникации и транспорт. Серия «Общие и комплексные проблемы естественных и точных наук». – 2011. – Вып.5. – №8(20). – С.108–109

5. Якушев И.С. Сравнительный анализ влияния параметров физического уровня на характеристики беспроводной сети стандарта IEEE 802.11 / И.С. Якушев // Вестник НГУ. Серия «Информационные технологии». – 2009. – Вып.7. – №1(1). – С.22–30

6. Латышев Г.В. Инфографическое моделирование систем автоматизации на основе схемотехники их элементов / Г.В. Латышев, К.В. Латышев, А.И. Мохов, В.О. Чулков // Электротехнические и информационные комплексы и системы. Серия «Системы, сети и устройства телекоммуникаций». – 2012. – Вып.8. – №1(13). – С.3–8

7. Репников В.Д. Разработка и анализ алгоритма приближенной оценки джиттера цифровых сигналов / В.Д. Репников, А.Б. Токарев // Вестник Воро-

					270404.2017.448 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

нежского государственного технического университета. Серия «Кибернетика».  
– 2012. – Вып.8. – №4(104). – С.19–23

8. Жилияков Е.Г. Оптимальные канальные сигналы при цифровой передаче с частотным уплотнением / Е.Г. Жилияков, С.П. Белов, Д.В. Урсол // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия «Экономика. Информатика». – 2009. – Вып.7. – №10(34). – С.166–172

9. Лукьянов В.С. Оценка параметров надежности АСУ с учетом допустимого времени простоев системы / В.С. Лукьянов, Е.С. Кузнецова // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия «Кибернетика. Теория моделирования». – 2007. – Вып.3. – №9(35). – С.57–60

10. Кулешов С.В. Потенциальные свойства цифровых каналов передачи данных / С.В. Кулешов // Известия Высших учебных заведений. Серия «Связь». – 2010. – Вып.53. – №11(23). – С.17–20

11. Пацей Н.Е. Синтез структур систем сбора данных, устойчивых к отказам однотипных элементов / Н.Е. Пацей // Наука и техника. Серия «Машиностроение». – 2008. – Вып.1. – №3(3). – С.39–42

12. Шварц М. Сети связи: протоколы, моделирование и анализ / Миша Шварц; пер. с англ. В.И.Неймана. – М.: Наука, 1992. – 336 с.

13. Шаров А.Н. Сети радиосвязи с пакетной передачей информации / А.Н.Шаров, В.А.Степанец, В.И.Комашинский – Спб.: – Изд-во Воен.акад.связи, 1994. – 216с.

14. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь: учебное пособие / В.А. Галкин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 432 с.

15. Гейер Дж. Беспроводные сети: Первый шаг. / Джим Гейер; пер.с англ.В.Ф. Олейника. – М.: Вильямс, 2005. – 191 с.

16. Кучерявый А.Е. Сети общего пользования: Тенденции развития и методы расчета / А.Е. Кучерявый, А.И. Парамонов, Е.А. Кучерявый. – М.: ФГУП ЦНИИС, 2008. – 290 с.

17. Карпук А.А. Системы оценки качества радиосвязи и оптимизации присвоения частот радиолиниям: монография / А. А. Карпук. – Воронеж: Науч. книга, 2015. – 230 с.

18. Мейкшан В.И. Анализ систем распределения информации с ненадежными элементами / В.И. Мейкшан, П.Н. Буров. – Новосибирск: Наука, 2008. – 303 с.

19. Уайтхауз Д. Метрология измерений. Принципы, промышленные методы и приборы / Д.Уайтхауз; пер. с англ. А.Я. Григорьева и Д.В. Ткачука под ред. Н.К. Мышкина. – Долгопрудный: Интеллект, 2009. – 471 с.

20. Лаптев В.В. Изобразительная статистика: Введение в инфографику. / В. В. Лаптев. – СПб.: Эйдос, 2012. – 180 с.

21. Лаптев В.В Проектные основы инфографики: учеб. пособие. / В. В. Лаптев. - М.: АВАТАР, 2016. - 287 с.

22. Орлов П.А. Инфографика и программирование / П.А. Орлов. – СПб.: Эйдос, 2013. - 351 с.

23. Смикиклас М. Инфографика: коммуникация и влияние при помощи изображений / Марк Смикиклас; пер. с англ. А.И. Литвинова. – СПб.: Питер, 2014. - 150 с.

24. Иванов М.Т. Теоретические основы радиотехники: учеб. пособие / М.Т. Иванов, А.Б. Сергиенко, В.Н. Ушаков. – М.: Высш.шк., 2002. – 305 с.

25. Васюков В.Н. Общая теория связи: учебник. / В. Н. Васюков. – Новосибирск: НГТУ, 2017. – 578 с.

26. Михайлов В.Ю. Математические основы анализа и синтеза сложных сигналов и процедур их обработки: учеб.пособие. – М.: Изд-во МАИ, 1994. – 23 с.

27. Залогин Н.Н. Широкополосные хаотические сигналы в радиотехнических и информационных системах / Н.Н. Залогин, В.В. Кислов. – М.: Радиотехника, 2006. – 205 с.

					270404.2017.448 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

28. Зверев В.А. Выделение сигналов из помех численными методами / В.А. Зверев, А.А. Стромков. – Н. Новгород: ИПФ РАН, 2001. – 186 с.

29. Рудзит Я.А. Основы метрологии, точность и надежность в приборостроении: учеб. пособие – М.: Машиностроение, 2002. – 231 с.

30. Белов В.В. Алгоритмические методы повышения верности информации в распределенных информационно-управляющих системах: учебное пособие / В.В. Белов, под ред. Л.П. Коричнева. – М.: Радио и связь, 1999. – 238 с.

31. Непомнящий Г. А. Адаптивное обнаружение сигнала на фоне нестационарной помехи / Г.А. Непомнящий // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2011. – №23(240). – С.120-123

32. Виноградова Н.А. Основы построения информационно-измерительных систем: учебное пособие / Н.А. Виноградова, В.В. Гайдученко, А.И. Карякин. – М.: Изд-во МЭИ, 2004. – 266 с.

33. Гольц Г. Рабочие станции и информационные сети / Генри Гольц; пер.с англ. В.П. Нестерова. – М.: Машиностроение, 1990. – 239 с.

34. Гуркин В.Ф. Развитие подвижной связи в России: учебное пособие / В.Ф. Гуркин. – М.: Радио и связь, 2000. – 158 с.

35. Быховский М.А. Развитие телекоммуникаций: на пути к информационному обществу. Развитие радиотехники и знаний о распространении радиоволн в XX столетии : учебное пособие / М. А. Быховский. – М.: URSS: ЛИБРОКОМ, 2013. – 383 с.

36. Весоловский К. Системы подвижной радиосвязи / Весоловский Кшиштоф; пер.с пол. Н.И. Рудинского под ред. А.И. Ледовского. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 536 с.

37. Калинкина Т.И. Телекоммуникационные и вычислительные сети. Архитектура, стандарты и технологии: учебное пособие для вузов. / Т. И. Калинкина, Б. В. Костров, В. Н. Ручкин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 283 с.

38. Фомин Л.А. Математическое моделирование инфотелекоммуникационных систем: монография. / Л. А. Фомин, Н. Н. Гахова. – М.: Физматлит, 2009.

– 193 с.

39. Соловьев В.И. Энергосбережение и энергоэффективность: системный подход и практики / В. И. Соловьев, И. М. Зельцер. – Новосибирск: Вертикаль, 2014. – 391 с.

40. Ашманов С.А. Теория оптимизации в задачах и упражнениях: учебное пособие / С.А. Ашманов. – М.: Наука, 1991. – 446 с.

41. Бирюков С.И. Оптимизация: Элементы теории. Численные методы: учебное пособие. / С.И. Бирюков – М.: Наука 1995. – 231 с.

42. Булыгин В.С. Оптимизация динамических систем: учебное пособие. / В.С. Булыгин. – М.: Изд-во МАИ, 1996. – 91 с.

43. Малков В.П. Поэтапная параметрическая оптимизация: учебное пособие. / В.П. Малков – Н.-Новгород: Изд-во Нижегородского ун-та, 1998. – 142 с.

44. Моклячук В.П. Методы оптимизации: учебное пособие. / В.П. Моклячук. – Киев: УМК ВО, 1990. – 135 с.

45. Циркуляр № 01-99 (Э). О повышении точности коммерческого и технического учета электроэнергии – М.: РАО "ЕЭС России", 1999. – 2с.

46. Зыкин Ф.А. Измерение и учет электрической энергии. / Ф.А. Зыкин, В.С. Каханович – 2-е изд. – М.: – Энергоатомиздат, 1982. - 104 с.

47. Бохмат И.С. Снижение коммерческих потерь в электроэнергетических системах / И.С. Бохмат, В.Э. Воротницкий, Е.П. Татаринцов // Электрические станции. – 1998. – № 9. – С.53-59

48. Герасимов В.Г. Электротехнический справочник. Электротехнические изделия и устройства / Под общей ред. В.Г. Герасимова. – М.: – Изд-во МЭИ, 1998. – 440с.

49. Загорский Я.Т. Исследование метрологических характеристик электронных счетчиков электрической энергии./ Я.Т. Загорский, Ю.Е. Жданова, Е.В. Комкова // Вестник ВНИИЭ. – М.: – Изд-во НЦ ЭНАС, 1998. – с.133–135

50. Загорский Я.Т. Методы уменьшения составляющих погрешности измерительных каналов АСКУЭ / Я.Т. Загорский, Е.В. Комкова // Методы умень-

шения составляющих погрешности измерительных каналов АСКУЭ: сб. докладов. – М.: – Изд-во НЦ ЭНАС, 2000. – с. 236–238.

51. Загорский Я.Т. Пути обеспечения требуемой точности измерений электроэнергии. / Я.Т. Загорский, Е.В. Комова // Метрология электрических измерений в электроэнергетике: доклады науч.-техн. семинаров и конф. – М.: – Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – с.78–85

52. Степанов Ю.А. Оптимизация измерительного комплекса учета электроэнергии и релейной защиты: справочник // Ю.А. Степанов, Д.Ю. Степанов – М.: – Энергоатомиздат, 1998. – 204 с.

53. Гайдук А.Р. Теория автоматического управления: учебник / А. Р. Гайдук. – М.: Изд-во Высш. Шк., 2010. – 414 с.

54. Дорф Р. Современные системы управления: учебник / Ричард Дорф; пер.с англ. Б.И. Копылова. – М.: Юниме диастайл, 2002. – 831 с.

55. Агуров П.В. Интерфейс USB: Практика использования и программирования: учебное пособие / Павел Агуров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 553 с.

56. Земельман М.А. Автоматическая коррекция погрешности измерительных устройств: учебное пособие / М.А. Земельман – М.: Изд-во стандартов, 1972. – 199 с.

57. Аникеев Г.Е. Конструирование, технология и расчет микроэлементов электрических схем: учебное пособие./ Г.Е. Аникеев. – М.: – Изд-во МЭИ, 1991. – 87 с.

58. Архангельский А.Я. Интегрированная среда разработки С++ Builder 5: учебное пособие / А.Я. Архангельский. – М.: Бином, 2000. – 271 с.

59. Баркакати Н. Программирование игр для Windows Borland С++: учебное пособие / Н. Баркати. – Киев: Бином, 1995. – 510 с.

60. Березин Б.И. Начальный курс С и С++: учебное пособие / Б.И. Березин, С.Б. Березин. – М.: ДИАЛОГ–МИФИ, 2001. – 288 с.

61. Бобровский С.И. Самоучитель программирования на языке С++ в системе Borland С++Builder 5.0: учебник / С.И. Бобровский. – М.: ДЕСС КОМ, 2001. – 272 с.

62. Послед Б.С. Borland С++ Builder 6: Разработка приложений для баз данных: учебное пособие / Б.С. Послед. – СПб.: DiaSoft, 2003. – 307 с.

63. РД 153-34.0-11.209-99. Рекомендации. АСКУЭ Типовая методика выполнения измерений электроэнергии и мощности. – М.: РАО «ЕЭС России», 1999. – 45с.

64. ГОСТ 22261-94. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2007. – 35с.

65. РД 34.11.114-98. АСКУЭ. Основные нормируемые метрологические характеристики. Общие требования. – М.: РАО "ЕЭС России", 1998. – 53с.

66. МИ 2438-97. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Системы измерительные. Метрологическое обеспечение. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 10с.

67. МИ 2439-97. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологические характеристики измерительных систем. Номенклатура. Принципы регламентации, определения и контроля. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 8с.

68. МИ 2440-97. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Методы экспериментального определения и контроля характеристик погрешности измерительных каналов измерительных систем и измерительных комплексов. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 24с.

69. РД 153-34.0-11.117-2001. Информационно-измерительные системы. Метрологическое обеспечение. Основные положения. – М.: СПО ОРГРЭС, 2001. – 5с. Григорьев, Антон Борисович

70. Григорьев А.Б. О чем не пишут в книгах по Delphi / А.Б.Григорьев. - СПб. : БХВ-Петербург, 2008. - 570 с.;

					270404.2017.448 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

71. Мелехин В.Ф. Вычислительные системы и сети: учебник / В. Ф. Мелехин, Е. Г. Павловский. – М.: Академия, 2013. – 207 с.

72. Музылева И.В. Элементная база для построения цифровых систем управления: учебное пособие / И.В. Музылева. – М.: Техносфера, 2006. – 137 с.

					<i>270404.2017.448 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>113</i>



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Таблицы значений CRC. Примеры вычисления CRC на языке C

Таблица значений CRC для старшего байта

```
static unsigned char CRCHi[] = {  
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,  
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,  
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,  
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,  
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1,  
0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,  
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1,  
0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,  
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,  
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,  
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1,  
0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,  
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,  
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,  
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,  
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,  
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,  
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,  
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,  
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,  
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1,  
0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
```

					<i>270404.2017.448 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		114

```
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40
};
```

Таблица значений CRC для младшего байта

```
static unsigned char CRCLo[] = {
0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06,
0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4, 0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD,
0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09,
0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A,
0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD, 0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4,
0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,
0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3,
0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7, 0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4,
0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A,
0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29,
0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE, 0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED,
0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60,
0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2, 0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67,
0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F,
0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68,
0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB, 0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E,
0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,
0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71,
0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91, 0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92,
0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C,
```

```
0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80, 0x40};
```

Пример №1:

```
{
unsigned short i, flg, crc = 0xFFFF;
while(num—){
    crc ^= *Msg++;
    for(i=0; i<8; i++){
        flg = crc & 1;
        crc >>= 1;
        if(!flg) continue;
        crc ^= 0xA001;
    }
}
return(crc);
}
```

Пример №2

```
{
unsigned char hi = 0xFF, lo = 0xFF;
unsigned short ind;
while (len—){
    ind = hi ^ *Msg++;
    hi = lo ^ CRCHi[ind];
    lo = CRCLo[ind];
}
return((lo << 8) | hi);
}
```

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Формат команд протокола ООО фирмы «АЛЬБИОН»

```
#define OC_SET_ADDR 0
#define OC_SET_BRATE 1
#define OC_CORRECT_TIME 2
#define OC_GET_SERIAL 3
#define OC_SET_PASSWORD 4
#define OC_WRITE_TIME_ZONE_INFO 5
#define OC_SET_TIME 6
#define OC_READ_MEM 7
#define OC_OPER_CURR 8
#define OC_OPER 9
#define OC_DISTR_CURR 10
#define OC_DISTR 11
#define OC_DAY 12
#define OC_MONTH 14
#define OC_READ_TIME_ZONE_INFO 15
#define OC_WRITE_OPER_STEP 16
#define OC_READ_OPER_STEP 17
#define OC_READ_LOG_ALL 18
#define OC_READ_PASSPORT 19
#define OC_READ_FREQ 20
#define OC_WRITE_VERDATE 40
```

```
#define REQLEN_MAX 0x102
```

```
#define RESLEN_MAX 0x202
```

```
typedef struct{
    byte addr; // адрес счетчика
```

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

270404.2017.448 ПЗ ВКР

Лист

117

```
word len; // длина всего пакета – начиная с addr и кончая по-
следним байтом контрольной суммы.
```

```
byte device_id; // = 1
```

```
byte protocol_id; // = 0
```

```
} CommonHdr;
```

```
typedef struct{
```

```
byte opcode; // код операции
```

```
} ReqHdr;
```

```
typedef struct{
```

```
byte opcode; // код операции
```

```
byte hStat, cStat, err; // see below
```

```
Long tm; // время счетчика в секундах с начала 2000 года
```

(UTC)

```
byte bias; // текущее смещение локального времени от
```

UTC в часах

```
Long serial; // серийный номер счетчика
```

```
} ResHdr;
```

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Файл инициализации «CntTst.ini» на примере ОАО «УралТрансМаш»

0 COM4:>

1 c:\TEMP>

2 ОАО УралТрансМаш>7530000048> Название и код предприятия

3 ПС Шефская>7500001001>COM4:>

Т-1 1с.ш. яч.2>10411508>08>Название присоединения, номер и адрес счетчика

Т-1 3с.ш. яч.28>10411516>16>

Т-2 2с.ш. яч.12>10411537>37>

Т-2 4с.ш. яч.18>10411555>55>

Т-2 2с.ш. яч.14 ТП 3797>10411556>56>

ТМ 4с.ш. яч.19 ТП 3753>10411680>80>

Т-2 4с.ш. яч.17 ТП 3797>10411572>23>

4 РП-322>7500001001>\\.COM4>

Тестовое подключение>10411681>20>1>Введено для тестирования программы

Новое подключение>10411681>81>1>

5 ТП-3762>7500001001>\\.COM12> Название и код подстанции, номер порта

2с.ш. яч.1 Т ЭТМК-3200>10411598>98>

6 ТП-3761>7500001001>\\.COM13>

2с.ш. яч.1 Т ЭТМК-3200>10411611>11>

7 РП-347>7500001001>\\.COM14>

1с.ш. яч.2 ПС Куйб.>10411613>13>

2с.ш. яч.11 ПС Куйб.>10411620>20>

8 РП-324>7500001001>\\.COM15>

1с.ш. яч.6 ПС Куйб.>10411632>32>

2с.ш. яч.3 ПС Куйб.>10411642>42>

					270404.2017.448 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

- 9 РП-321>7500001001>\\.COM16>  
 2с.ш. яч.3 ПС Куйб.>10411656>56>
- 10 РП-361>7500001001>\\.COM17>  
 1с.ш. яч.13 ПС Куйб.>10411662>62>  
 2с.ш. яч.9 ПС Куйб.>10411663>63>
- 11 РП-325>7500001001>\\.COM18>  
 1с.ш. яч.12 ПС Куйб.>10411675>75>  
 2с.ш. яч.23 ПС Куйб.>10411663>63>
- 12 РП-10 УТЗ>7500001001>\\.COM19>  
 1с.ш. яч.3 ТП-38 ТМ-1000/6/0,4>10411681>56>  
 2с.ш. яч.7 ТП-18 ТМ-1000/6/0,4>10411688>88>  
 2с.ш. яч.8 ТП-44 ТМ-1000/6/0,4>10411761>61>
- 13 КТП-1 (ТП-38) ЗИС-1>7500001001>\\.COM20>  
 ЗИС-1 Ввод-1 10/0,4 кВ>10411734>34>  
 ГСК-525 Ввод-1 0,4 кВ>10411735>35>  
 ГСК-525 Ввод-2 0,4 кВ>10411716>16>  
 РФ Терминатор>10411741>41>  
 Завод радиоаппаратуры Ввод-1>10411744>44>  
 Завод радиоаппаратуры Ввод-2>10411755>55>

ПРИЛОЖЕНИЕ Г  
Файл отчета «Forma.xml»

```
<?xml version="1.0" encoding="windows-1251"?>
<message class="80020" version="2" number="1485">
  <datetime>
    <timestamp>20091003071513 {ГГГГММДДЧММСС – время создания файла}</timestamp>
    <daylightsavingtime>1</daylightsavingtime>
    <day>20091002 {ГГГГММДД – отчетные сутки}</day>
  </datetime>
  <sender>
    <inn>Поле_ввода_1 – Код предприятия</inn>
    <name>Поле_ввода_2 – Название предприятия</name>
  </sender>
  <area>
    <inn>Поле_ввода_3 – код подстанции</inn>
    <name>Поле_ввода_4 – название подстанции</name>
    <measuringpoint code="Номер_счетчика" name="Поле_ввода_5 –
Название присоединения">
      <measuringchannel code="01" desc="Поле_ввода_5 прием (А)">
        <period start="0000" end="0030"><value quality="1 – байт
качества (из счетчика)">0</value></period>
      </measuringchannel>
    </measuringpoint>
    <measuringtool code="Номер_счетчика" name="Поле_ввода_5 –
Название присоединения" type="Поле_ввода_6 (по умолчанию = 1)">
```

					270404.2017.448 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		121



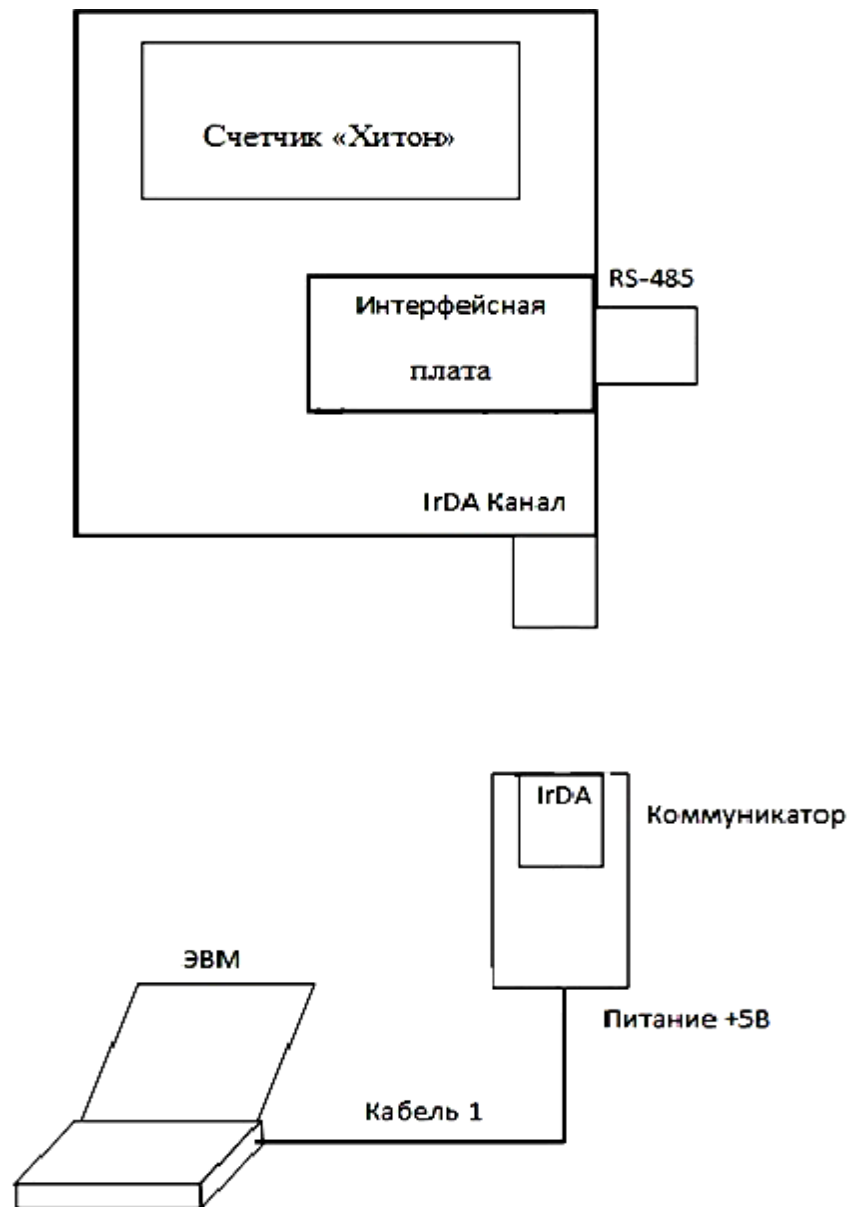
```
<record type="1"
timestamp="ГГГГММДДЧЧММСС">пропадание питания</record>
</measuringtool>
</area>
</message>
```

					<i>270404.2017.448 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		122

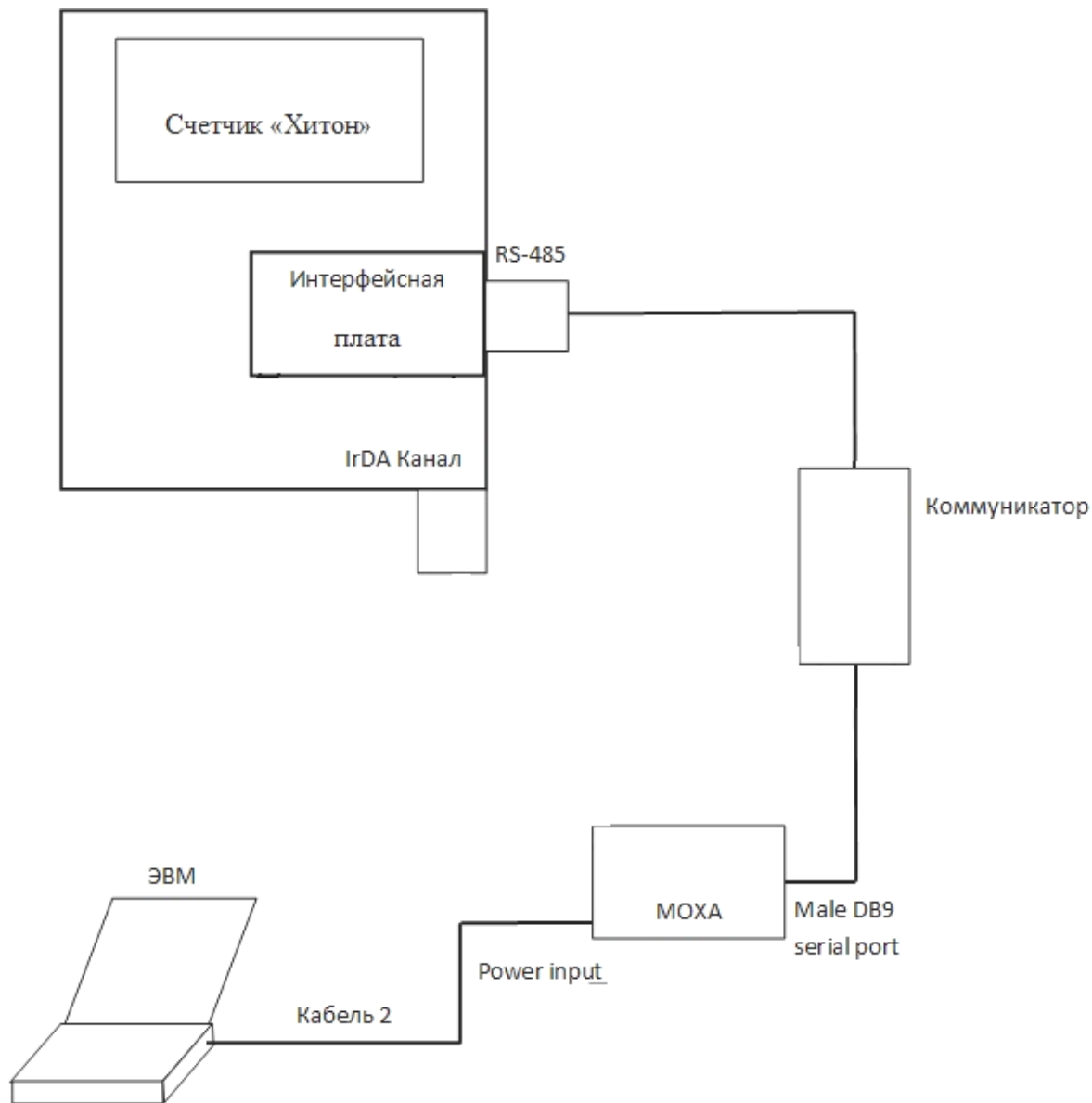
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Схемы и чертежи

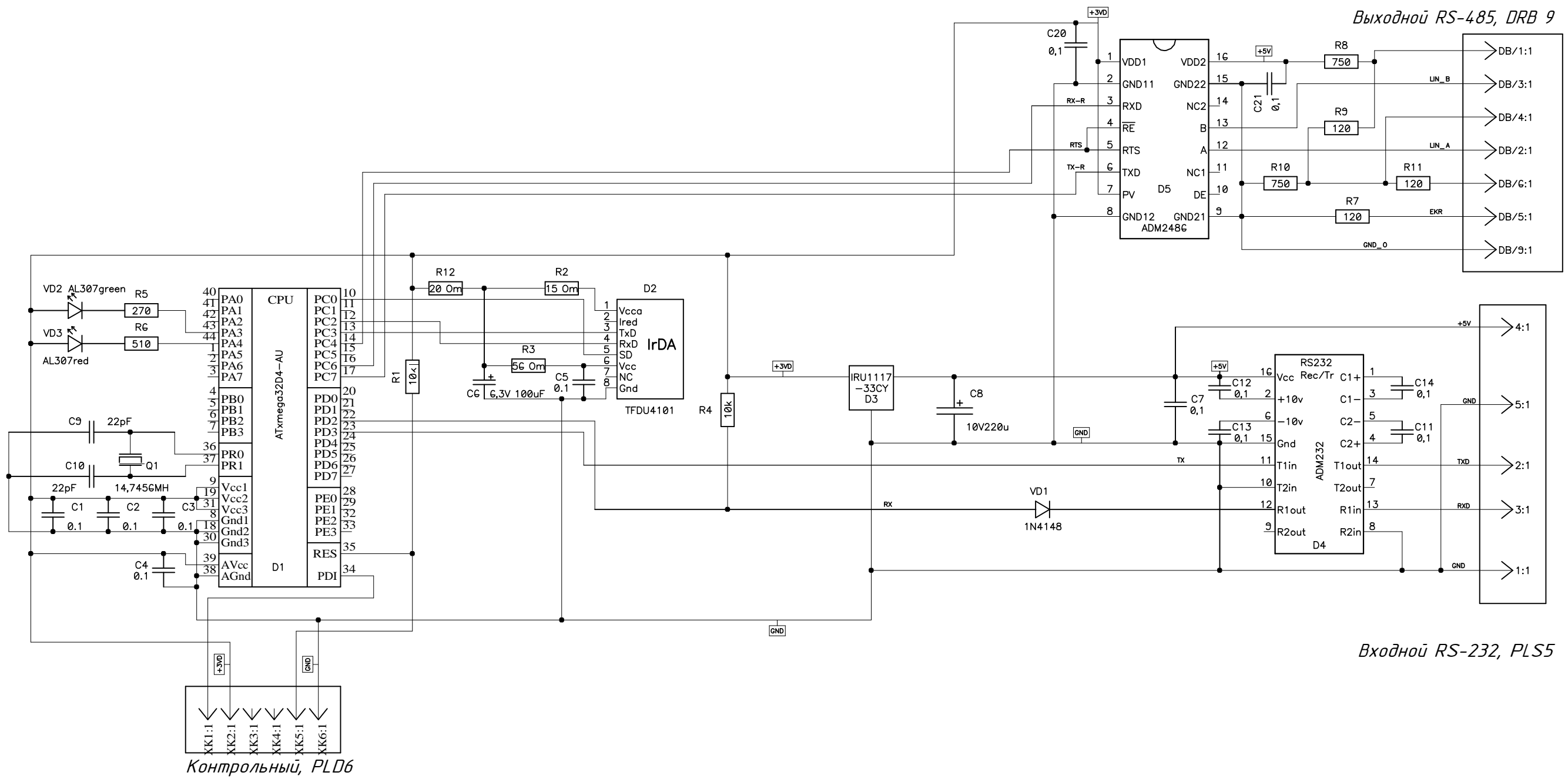
					<i>270404.2017.448 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>123</i>



					270404.2017.448.01.01.C1			
					Подключение ПК к прибору учета электроэнергии по каналу IrDA	Литера	Масса	Масштаб
Изм.	Кол.	Ндок.	Подпись	Дата				
Разработал		Шмаков		06.17				
Проверил		Белов		06.17				
Н. контр.		Абдуллин		06.17		Лист 1	Листов 1	
					Схема структурная	ЮрГУ (НИУ) Кафедра АиУ		
Утв.		Казаринов		06.17				

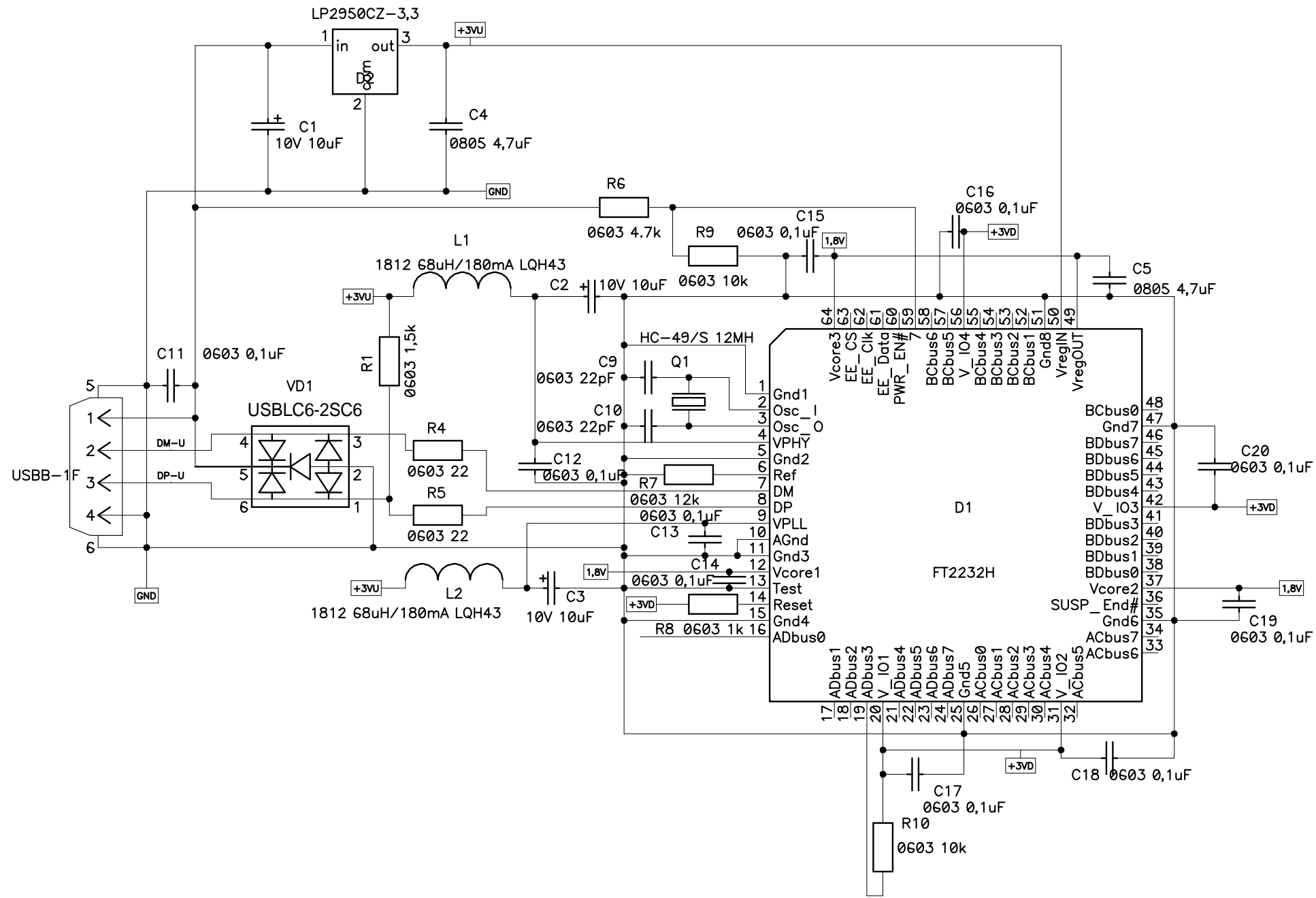


					270404.2017.448.01.02.C1					
					Подключение ПК к прибору учета электроэнергии по интерфейсу RS-485			Литера	Масса	Масштаб
Изм.	Кол.	Ндк.	Подпись	Дата						
Разработал		Шмаков		06.17						
Проверил		Белов		06.17						
Н. контр.		Абдуллин		06.17						
					Схема структурная			Лист 1 / Листов 1		
								ЮрГУ (НИУ) Кафедра АиУ		
Утв.		Казаринов		06.17						

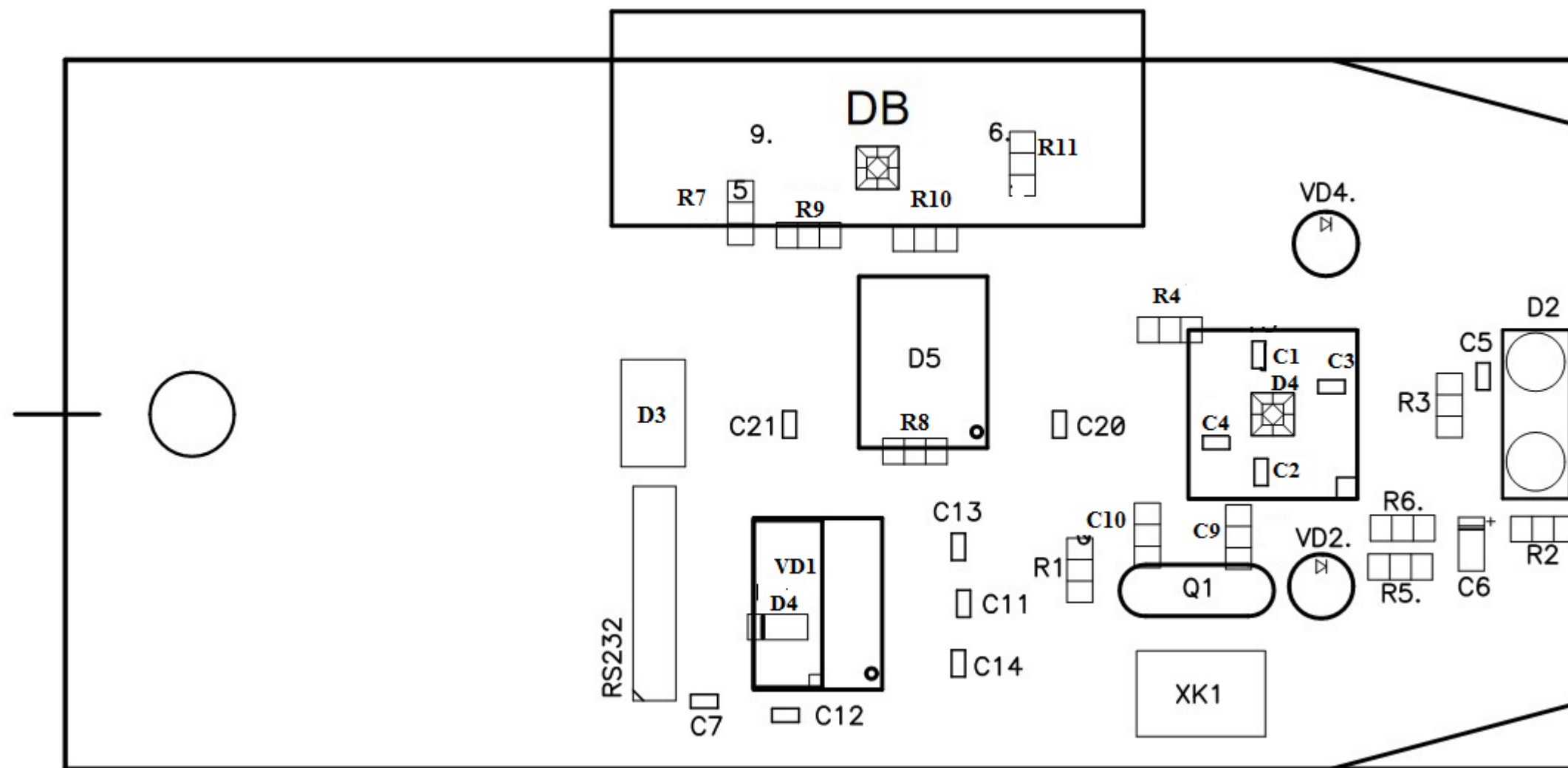


270404.2017.114.02.01.33

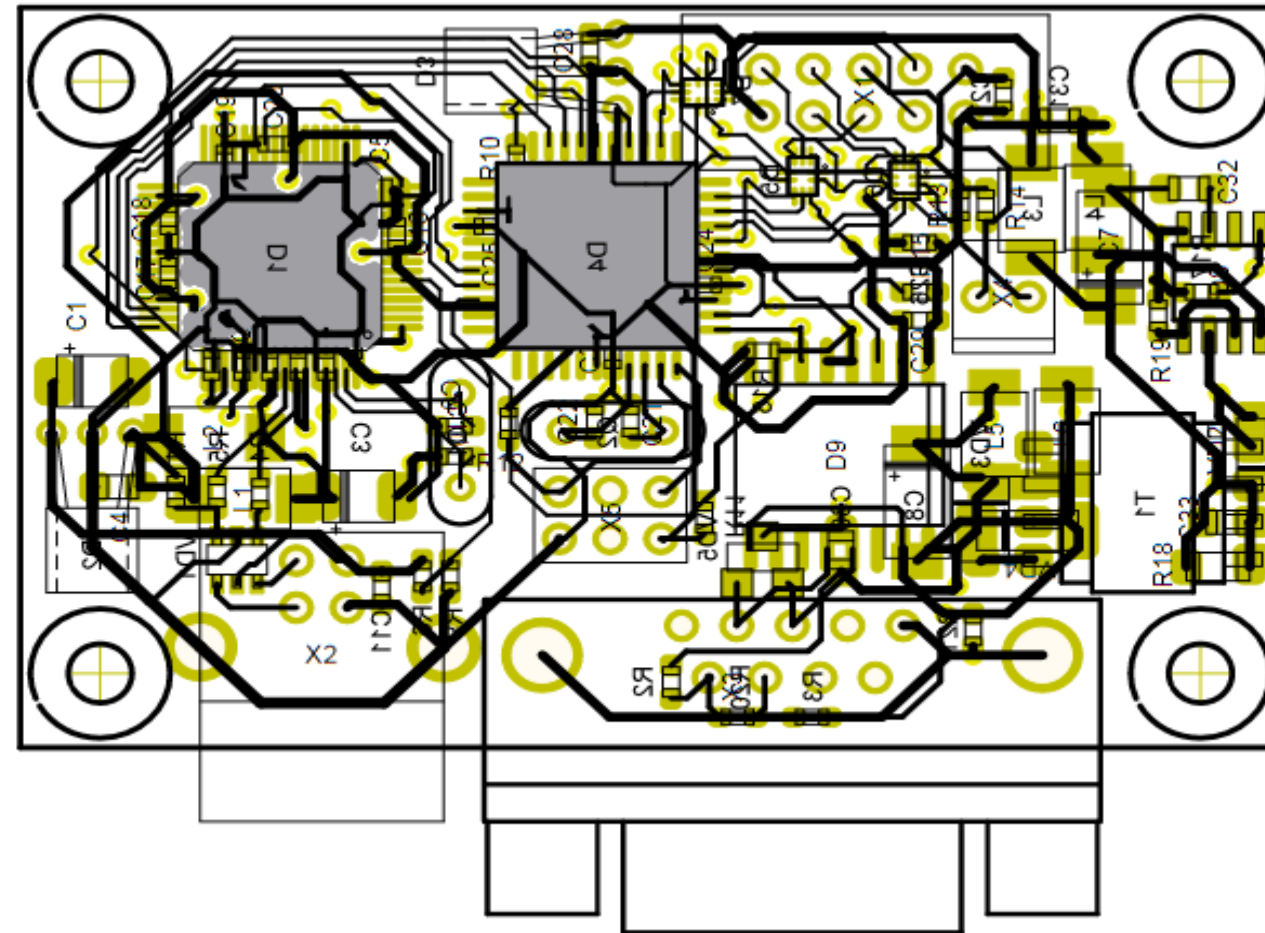
					270404.2017.114.02.01.33		
					Коммуникатор		
Изм.	Кол.	№ док.	Подпись	Дата	Литера	Масса	Масштаб
Разработал		Шмаков		06.17			
Проверил		Белов		06.17			
Н. контр.		Абдуллин		06.17			
					Лист 1 / Листов 1		
					ЮргЧУ (НИЧ) Кафедра АиУ		
Утв.		Казаринов		06.17	Схема электрическая принципиальная		



					270404.2017.448.02.02.33		
					Интерфейсная плата		
Изм.	Кол.	№ док.	Подпись	Дата			
Разработал		Шмаков		06.17			
Проверил		Белов		06.17			
Н. контр.		Абдуллин		06.17			
					Лист 1 / Листов 1		
					Схема электрическая принципиальная		
Утв.		Казаринов		06.17	ЮрГУ (НИУ) Кафедра АиУ		



					270404.2017.114.03.01.СБ			
					Коммуникатор	Литера	Масса	Масштаб
Изм.	Кол.	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал		Шмаков		06.17				
Проверил		Белов		06.17				
Н. контр.		Абдуллин		06.17				
					Чертеж сборочный	Лист 1		Листов 1
Утв.		Казаринов		06.17		ЮрГУ (НИУ) Кафедра АиУ		



					270404.2017.448.04.01.MЧ			
					Коммуникатор	Литера	Масса	Масштаб
Изм.	Кол.	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал		Шмаков		06.17				
Проверил		Белов		06.17				
Н. контр.		Абдуллин		06.17				
					Чертеж монтажный	Лист 1		Листов 1
Утв.		Казаринов		06.17		ЮУрГУ (НИУ) Кафедра АиУ		



Номер	Формат	Обозначение	Наименование	Кол-во листов
			<u>Текстовые документы</u>	
1	A4	270404.2017.448 ТЗ	Техническое задание	3
2	A4	270404.2017.448 ПЗ	Пояснительная записка	123
3	A4	270404.2017.448 С	Спецификация оборудования	1
			<u>Графические документы</u>	
4	A4	270404.2017.448.01.01.С1	Подключение ПК к прибору учета электроэнергии по каналу IrDA	
			Схема структурная	1
5	A4	270404.2017.448.01.02.С1	Подключение ПК к прибору учета электроэнергии по интерфейсу RS-485	
			Схема структурная	1
6	A3	270404.2017.448.02.01.ЭЗ	Коммуникатор	
			Схема электрическая принципиальная	1
7	A3	270404.2017.448.02.02.ЭЗ	Интерфейсная плата	
			Схема электрическая принципиальная	1
8	A3	270404.2017.448.03.01.СБ	Коммуникатор	
			Чертеж сборочный	1
9	A3	270404.2017.448.04.01.МЧ	Коммуникатор	
			Чертеж монтажный	1

**270404.2017.448**

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Шмаков		06.17			
Пров.		Белов		06.17			
Н.контр		Абдуллин		06.17			
Утв.		Казаринов		06.17			

Разработка мобильного коммуникатора и специализированного программного обеспечения для снятия данных с приборов учета в электроэнергетике

ЮУрГУ (НИУ)  
Кафедра АиУ