


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Работа выполнена в СКБ «Промышленная робототехника»

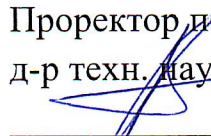
СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНИПКРС


  
(подпись) Е.М. Димитриади  
« 07 » 06 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе,  
д-р техн. наук, профессор

  
(подпись) А.В. Космынин  
« 07 » 06 2024 г.

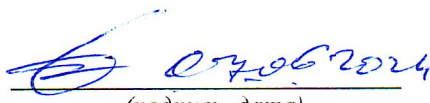
Декан ФЭУ

  
(подпись) А.С. Гудим  
« 07 » 06 2024 г.

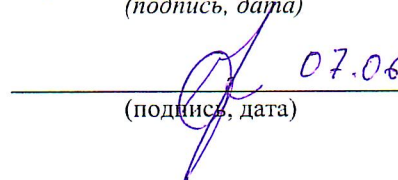
«Преобразователь протоколов для интеграции счетчика природного газа в  
промышленную сеть предприятия»

Комплект конструкторской документации

Руководитель СКБ

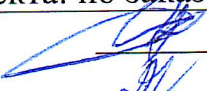

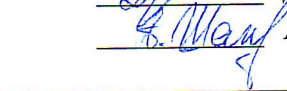
  
(подпись, дата) С.И. Сухоруков

Руководитель проекта

  
(подпись, дата) 07.06.2024 Д.В. Урасов

Комсомольск-на-Амуре 2024

### Карточка проекта

Название	Преобразователь протоколов для интеграции счетчика природного газа в промышленную сеть предприятия
Тип проекта	Тип проекта: по заказу предприятий и учреждений
Исполнители	Студент  К.В. Северов – 1МРб-1 Студент  Д.И. Шипов – 1МРб-1 Студент  А.А. Шаповалов – 1МРб-1
Срок реализации	01.01.2024 – 01.04.2024 рекомендуемая длительность не менее 1 семестра, не более 2х семестров.

### Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт.
Коннектор 26630201RP2	1
Коннектор DE-9	1
Коннектор RJ45	1
конвертер RS232 to TTL	1
Ethernet-модуль ENC28J60	1
Отладочная плата Arduino Nano	1
– DC-DC Step-Up повышающий преобразователь LM2587S (3.3В)	1
– DC-DC Step-Up повышающий преобразователь LM2587S (5В)	1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ЗАДАНИЕ  
на разработку

Название проекта: преобразователь протоколов для интеграции счетчика природного газа в промышленную сеть предприятия

Назначение: получение, обработка и преобразование данных приборов СПГ761 в протокол Modbus TCP

Область использования: Промышленное применение

Функциональное описание проекта: прибор предлагает решение для чтения произвольного параметра СПГ761 с последующей записью полученных данных в две последовательно расположенные 16-битовые ячейки протокола Modbus TCP.

Техническое описание устройства: Блок управления, содержащий: плату Arduino Nano, Ethernet-модуль ENC28J60, конвертер RS232 to TTL, линейный преобразователь с 12 до 5В, линейный преобразователь с 12 до 3.3В, блок питания с выходным напряжением +12В.

Требования: напряжение питания блока управления - 12В.

План работ:

Наименование работ	Срок
Сбор и изучение материалов, необходимых для проектирования	02.2023
Разработка блок-схемы устройства	02.2023
Выбор элементов, разработка принципиальной схемы устройства	02.2023
Разработка программного кода и моделирование системы	03.2023
Изготовление прототипа устройства	03.2023
Тестирование и финальная отладка	04.2023
Оформление отчета	04.2023

Комментарии:

---

---

---

---

---

Перечень графического материала:

1. Структурная схема устройства
2. Принципиальная схема устройства
4. Блок-схемы алгоритмов

---

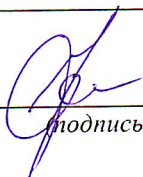
---

---

---

---

Руководитель проекта

  
\_\_\_\_\_ (подпись, дата)

Д.В. Урасов

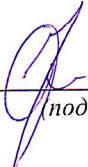
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

## ПАСПОРТ

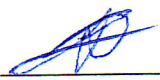
«Преобразователь протоколов для интеграции счетчика природного газа в  
промышленную сеть предприятия»

Руководитель проекта


 07.06.2024  
(подпись, дата)

Д.В. Урасов

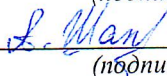
Исполнители проекта

 07.06  
(подпись, дата)

К.В. Северов

 07.06  
(подпись, дата)

Д.И. Шипов

 07.06  
(подпись, дата)

А.А. Шаповалов

Комсомольск-на-Амуре 2024

## Содержание

1	Общие положения .....	7
1.1	Наименование изделия .....	7
1.2	Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия.....	7
1.3	Перечень организаций, участвующих в разработке изделия .....	7
1.4	Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах .....	8
2	Назначение и принцип действия .....	9
2.1	Назначение изделия .....	9
2.2	Области использования изделия .....	9
2.3	Принцип действия изделия .....	9
3	Состав изделия и комплектность.....	10
4	Технические характеристики .....	11
4.1	Основные технические характеристики Ethernet-модуля ENC28J60 ..	11
4.2	Основные технические характеристики платы Arduino Nano .....	11
4.3	Основные технические характеристики конвертера RS232 to TTL ....	12
5	Устройство и описание работы изделия .....	13
5.1	Устройство изделия .....	13
6	Условия эксплуатации .....	15
6.1	Правила и особенности размещения изделия .....	15
6.2	Меры безопасности.....	15
6.3	Правила хранения и транспортирования .....	16
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	17
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	19

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	Лист
						6
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

## **1 Общие положения**

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Преобразователь протоколов для интеграции счетчика природного газа в промышленную сеть предприятия» (далее «изделие»).

Паспорт входит в комплект поставки изделия. Прежде, чем пользоваться изделием, внимательно изучите правила обращения и порядок работы с ним. В связи с постоянной работой по усовершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены изменения, не отраженные в данном издании.

### **1.1 Наименование изделия**

Полное наименование изделия – «Преобразователь протоколов для интеграции счетчика природного газа в промышленную сеть предприятия» (ППдСПГ).

### **1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия**

Проектирование «ППдСПГ» осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

### **1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия**

Заказчиком проекта «ППдСПГ» является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик), находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 17.

Исполнителями проекта «ППдСПГ» являются Конструкторы студенческого конструкторского бюро «Промышленная робототехника»

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	<i>Лист</i>
						7
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		

(далее СКБ), студенты группы 1МРБ-1, К.В. Северов, Д.И. Шишов, А.А. Шаповалов.

#### **1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах**

При проектировании использованы следующие нормативно-технические документы:

ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.610-2006. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов.

ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.051-2006. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.

ГОСТ 2.052-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения.

ГОСТ 2.601-2013. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	<i>Лист</i>
						8
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		



## **2 Назначение и принцип действия**

### **2.1 Назначение изделия**

ППдСПГ – Преобразователь протоколов для интеграции счетчика природного газа в промышленную сеть предприятия.

В состав изделия входят: отладочная плата Arduino Nano, Ethernet-модуль ENC28J60, конвертер RS232 to TTL, линейный преобразователь с 12 до 5В, линейный преобразователь с 12 до 3.3В, сетевой блок питания.

### **2.2 Области использования изделия**

Изделие может применяться для интеграции счетчиков природного газа (СПГ) в информационную сеть предприятия, что позволит облегчить сбор, обработку и представление данных в системе учета завода.

### **2.3 Принцип действия изделия**

Программа ПЛК формирует телеграмму с запросом на чтение параметра и отправляет ее по интерфейсу TTL на конвертер. Конвертер переадресует телеграмму с TTL интерфейса на RS232, связанный с СПГ761. СПГ, при условии, что телеграмма сформирована корректно, отправляет по тому же интерфейсу RS232 ответную телеграмму, содержащую данные параметра. Конвертер преобразует сигнал с RS232 обратно в TTL. Из полученной телеграммы, программа выделяет данные и преобразует их в дробный формат, после чего записывает их в 16-битовые ячейки протокола Modbus TCP. ПЛК выполняет роль Modbus TCP сервера и отвечает на запросы клиентов, позволяя считывать значения ячеек.

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		9

### 3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- Плата устройства;
- сетевой питающий адаптер;
- Паспорт.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	Лист
						10
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

## 4 Технические характеристики

### 4.1 Основные технические характеристики Ethernet-модуля ENC28J60

Основные технические характеристики Ethernet-модуль ENC28J60 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики блока Ethernet-модуль ENC28J60

Наименование параметра	Значение
Ток потребления, А	0.016
Частота работы, МГц	25
Рабочая температура, °С	-40...+85
Интерфейсы	SPI, Ethernet
Питание, В	3.1 ... 3.6
Габариты, мм	55x36x27
Масса нетто, кг	0.05

### 4.2 Основные технические характеристики платы Arduino Nano

Основные технические характеристики отладочной платы Arduino Nano приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики отладочной платы Arduino Nano

Наименование параметра	Значение
Ток потребления, А	0.04
Частота работы, МГц	16
Рабочая температура, °С	-40...+85
Интерфейсы	UART, USB
Питание, В	6 ... 20
Габариты, мм	45x18x20
Масса нетто, кг	0.005

### 4.3 Основные технические характеристики конвертера RS232 to TTL

Основные технические характеристики конвертера RS232 to TTL приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики конвертера RS232 to TTL

Наименование параметра	Значение
Ток потребления, А	0.0003
Рабочая температура, °С	-40...+85
Интерфейсы	UART, RS232
Питание, В	3.3 ... 5.5
Габариты, мм	30x20x22
Масса нетто, кг	0.007

## 5 Устройство и описание работы изделия

### 5.1 Устройство изделия

Структурная схема изделия представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема изделия

В состав изделия входят:

- Конвертер RS232 to TTL;
- Ethernet-модуль ENC28J60;
- Отладочная плата Arduino Nano.

Конвертер RS232 в TTL – устройство на базе чипа MAX3232, реализующее интерфейс для обмена телеграммами с СПГ761.

Ethernet-модуль на базе Ethernet контроллера ENC28J60 – устройство, реализующее интерфейс протокола Modbus TCP.

Отладочная плата Arduino Nano – Платформа, построенная на базе микроконтроллера ATmega328P. Платформа содержит интерфейсы, необходимые для обеспечения минимально возможной функциональности прибора. Модуль реализует алгоритм работы с конвертером RS232 и Ethernet-модулем.

Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБФЭУ.1.ИП.01000000

Лист

13

## 5.2 Описание работы изделия

Пользователь вводит номер запрашиваемого параметра в произвольной программе-симуляторе клиента протокола Modbus TCP. Программа микроконтроллера считывает запрос клиента, после чего формирует телеграмму с запросом на чтение параметра и отправляет ее по интерфейсу TTL на конвертер. Конвертер переадресует телеграмму с TTL интерфейса на RS232, связанный с СПГ761. СПГ, при условии, что телеграмма сформирована корректно, отправляет ответную телеграмму, содержащую данные запрашиваемого параметра, по соответствующему интерфейсу RS232. Конвертер преобразует сигнал с RS232 обратно в TTL. Из полученной телеграммы, программа выделяет данные и преобразует их в дробный формат, после чего записывает их в 16-битовые ячейки протокола Modbus TCP. ПЛК выполняет роль Modbus TCP сервера и отвечает на запросы клиентов, позволяя считывать значения ячеек.

Данный прибор не реализует магистральный обмен и предназначен для локального подключения к СПГ761 через интерфейс RS232.

Блок-схемы работы управляющих программ приведены в Приложении А.

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		14

## 6 Условия эксплуатации

Изделие выпускается в климатическом исполнении УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69 и предназначен для использования в стационарных условиях в закрытых помещениях при соответствующих климатических условиях:

- интервал температур от +10 до +35 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25 °С;
- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- атмосферное давление от 86,6 до 106 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.).

В помещении, где используется изделие не должно возникать условий для конденсации влаги (выпадения росы). Изделие является электронным прибором, требующим бережного обращения.

Для обеспечения безотказной работы, сохранения точности и его сбережения необходимо соблюдать следующие правила:

- изучить паспорт, прежде чем приступить к работе с изделием;
- предохранять изделие от ударов и повреждений;
- не допускать самостоятельную разборку изделия.

### 6.1 Правила и особенности размещения изделия

Изделие должно быть расположено на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов.

**ВНИМАНИЕ!** При эксплуатации изделия запрещается проводить самостоятельно какие-то либо работы по извлечению и установке внутренних компонентов изделия.

### 6.2 Меры безопасности

Необходимо соблюдать требования техники безопасности и следующие меры предосторожности:

- не оставлять изделие включенным без наблюдения;
- после транспортировки в холодное время года изделие необходимо выдержать при комнатной температуре не менее двух часов;

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		15

- внутренние осмотры и ремонт изделия должны производиться только квалифицированными специалистами;
- не устанавливайте изделие на неустойчивой подставке, стойке или ненадежном кронштейне.

### 6.3 Правила хранения и транспортирования

Транспортирование изделия в упакованном виде может производиться железнодорожным, автомобильным (в закрытых транспортных средствах), воздушным, речным и морским видами транспорта в соответствии с правилами перевозок грузов, действующих на транспорт данного вида. Условия транспортирования изделия по части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 5 по ГОСТ 15150.

После транспортирования изделие должно быть выдержано не менее 2 часов в транспортной таре при температуре  $20 \pm 5$  °С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

Распакованное изделие должно храниться в отапливаемом и вентилируемом чистом помещении при температуре от +5 до +40 °С и относительной влажности воздуха не более 60 %. При температуре ниже 25 °С допускается увеличение относительной влажности до 80 %. Воздух в помещении не должен содержать примесей, вызывающих коррозию металлов, налеты на поверхностях оптических деталей.

					<b>СКБФЭУ.1.ИП.01000000</b>	Лист
						16
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

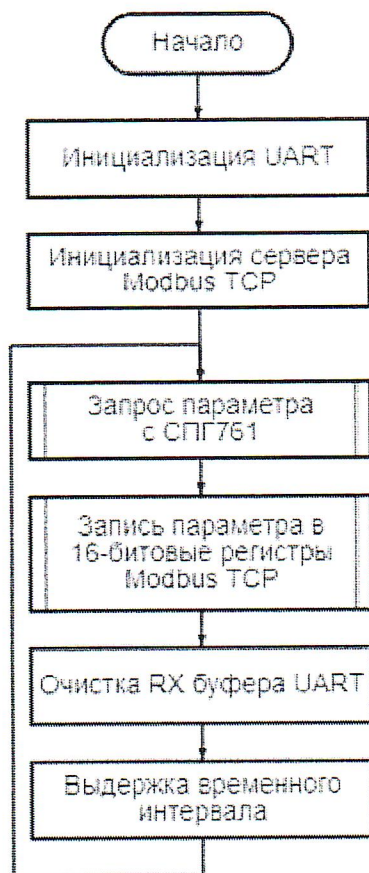


Рисунок А1 – Блок-схема основной программы

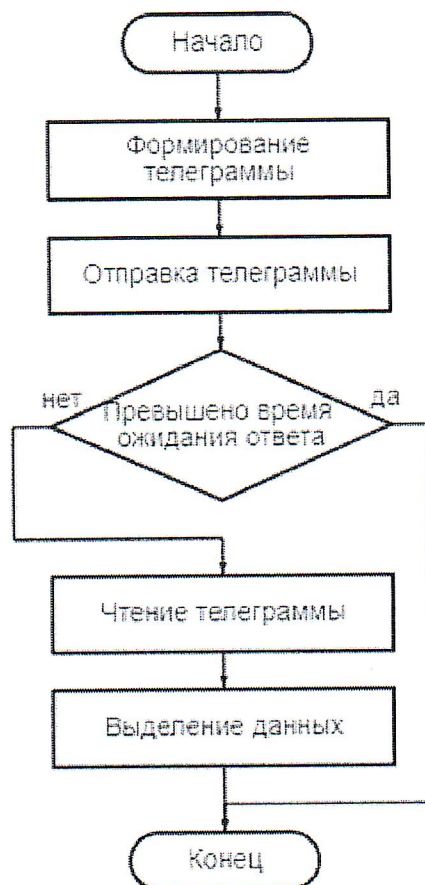


Рисунок А2 – Блок-схема подпрограммы «Запрос параметра с СПГ761»

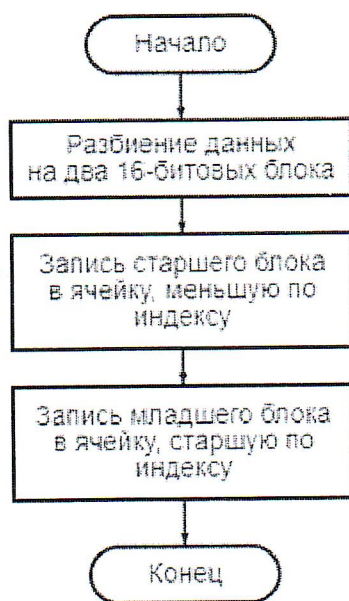


Рисунок А3 – Блок-схема подпрограммы «Запись параметра в 16-битовые регистры Modbus TCP»

Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБФЭУ.1.ИП.01000000

Лист

18

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

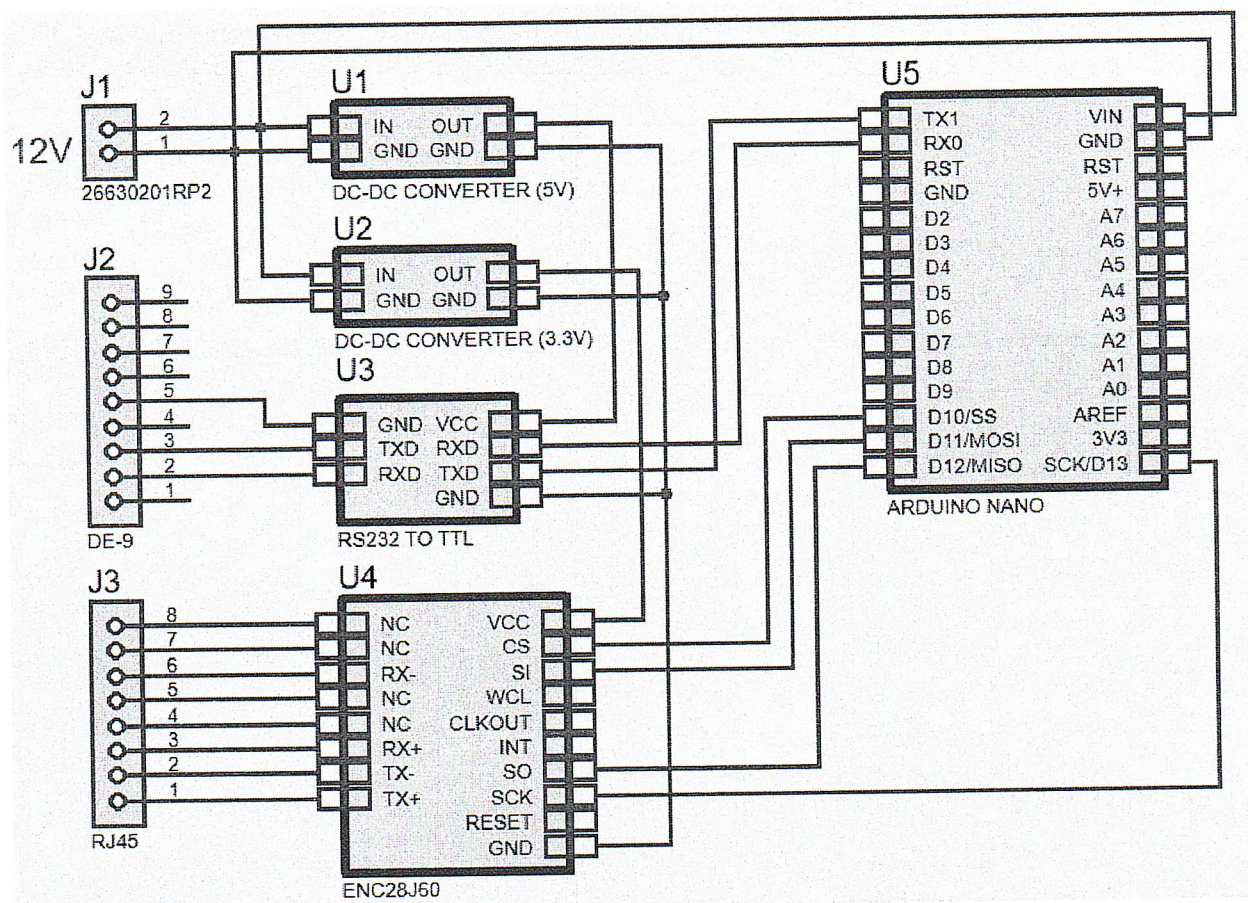


Рисунок В1 – Электрическая схема прибора

Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБФЭУ.1.ИП.01000000

Лист

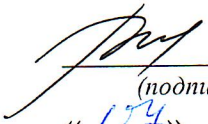
19

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»


СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС


  
(подпись) Е.М. Димитриади  
« 04 » 06 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе,  
д-р техн. наук, профессор

  
(подпись) А.В. Космынин  
« 04 » 06 2024 г.

Декан ФЭУ

  
(подпись) А.С. Гудим  
« 04 » 06 2024 г.

АКТ

о приемке в эксплуатацию проекта  
«Преобразователь протоколов для интеграции счетчика природного газа в  
промышленную сеть предприятия»

г. Комсомольск-на-Амуре

« 04 » 06 2024 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

- С.И. Сухоруков – руководитель СКБ,
- А.С. Гудим – декан ФЭУ

со стороны исполнителя

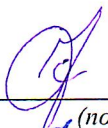
- Д.В. Урасов – руководителя проекта,
- К.В. Северов – 1МРб-1,
- Д.И. Шипов – 1МРб-1,
- А.А. Шаповалов – 1МРб-1

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Преобразователь протоколов для интеграции счетчика природного газа в промышленную сеть предприятия», в составе:


1. Блок управления;
2. Сетевой адаптер;
3. Паспорт изделия.

Руководитель проекта

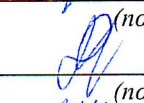
 07.06.2024  
(подпись, дата)

Д.В. Урасов


Исполнители проекта

 07.06.2024  
(подпись, дата)

К.В. Северов

 07.06.2024  
(подпись, дата)

Д.И. Шипов

 07.06.2024  
(подпись, дата)

А.А. Шаповалов