

# Сбор данных с нефтяных скважин с помощью теплоэнергоконтроллера IM2300 по Lora-технологии

Ощепков А.Ю.<sup>1</sup>, Карпов С.Б.<sup>2</sup>, Лопаев В.С.<sup>2</sup><sup>1</sup>ФГУП «ОКБ «Маяк», <sup>2</sup>Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия  
aos57@mail.ru

## Аннотация

Рассмотрена возможность получения данных от теплоэнергоконтроллера IM2300 с использованием сетей LPWAN. В работе представлен пример использования технологии Lora и разработанного программного обеспечения для применения IM2300 в сетях Lora: считывания показания каналов различными потребителями.

## Материалы и методы

Контроллер IM2300, Vega СИ-13, Lora, F#, Microsoft Orleans.

## Ключевые слова

промышленный интернет, LPWAN, Lora, контроллер IM2300

## Для цитирования

Ощепков А.Ю., Карпов С.Б., Лопаев В.С. Сбор данных с нефтяных скважин с помощью теплоэнергоконтроллера IM2300 по Lora-технологии // Экспозиция Нефть Газ. 2020. № 6. С. 96–98. DOI: 10.24411/2076-6785-2020-10121

Поступила в редакцию: 27.11.2020

MEASURING EQUIPMENT

UDC 681.518, 004.735 | Original Paper

## Oil wells data collection with IM2300 controller using Lora technology

Oshchepkov A.Yu.<sup>1</sup>, Karpov S.B.<sup>2</sup>, Lopaev V.S.<sup>2</sup><sup>1</sup>Special Design Office "Mayak", <sup>2</sup>Perm State University, Perm, Russia  
aos57@mail.ru

## Abstract

The overview of receiving data from the controller IM2300 using LPWAN networks is considered. The paper view an example of using Lora technology and developed software for the use of IM2300 in Lora networks: reading channel readings by different consumers.

## Materials and methods

Controller IM2300, Vega SI-13, Lora, F #, Microsoft Orleans.

## Keywords

industrial internet, LPWAN, Lora, IM2300 controller

## For citation

Oshchepkov A.Yu., Karpov S.B., Lopaev V.S. Oil wells data collection with IM2300 controller using lora technology. Exposition Oil Gas, 2020, issue 6, P. 96–98. (In Russ). DOI: 10.24411/2076-6785-2020-10121

Received: 27.11.2020

Для оперативного контроля и регулирования процесса добычи нефти на скважинах и трубопроводах устанавливают первичные измеряющие устройства, которые получают данные о силе напора насоса, уровне жидкости в резервуаре, а также датчики давления и температуры [1]. Информация от первичных измеряющих устройств подлежит дальнейшему анализу, при этом получение информации может производиться автоматически в онлайн-режиме и/или периодически оператором в заданный интервал времени [2].

Задачу сбора и, при необходимости, локальной обработки информации с первичных датчиков, а также последующей передачи данных в диспетчерский пункт может решать теплоэнергоконтроллер IM2300. Прибор IM2300 имеет на входе токовые каналы 4–20 мА, число-импульсные каналы (ЧИ) и каналы термометров сопротивления (R). Общее число входных каналов — 10 (рис. 1). Погрешность преобразования полученных сигналов не превышает 0,1 % [3].

Данные с прибора могут считываться непосредственно или передаваться через последовательные интерфейсы RS232 и RS485. Для удаленной передачи данных используются адаптеры, такие как IM2318-GSM, которые позволяют передавать данные через сотовую сеть GSM и ETHERNET-RS485, соединяя устройство и компьютер на расстоянии до 100 м. Однако наиболее перспективной для дистанционного контроля работы скважин на месторождениях является технология промышленного интернета вещей (IIoT) [4].

Для расширения возможностей получения данных с устройства IM2300 было принято решение передавать измеренные значения с помощью технологии глобальных сетей с низким энергопотреблением (LPWAN). LPWAN — это сеть, состоящая из конечных устройств (узлов), шлюзов и концентраторов. Эти сети обычно могут поддерживать тысячи конечных устройств, где каждое устройство питается от батареи. Даже при

низкой мощности передачи эти устройства могут передавать данные на большие расстояния. Лучшими сторонами LPWAN являются: низкая стоимость; более длительный срок службы датчиков от батареи; хорошая скорость передачи данных; низкая задержка; возможность работать с датчиками, которые перемещаются в пространстве; большая дальность передачи данных; большой охват даже в плотных районах, таких как города или леса; простая модель развертывания, которая также предполагает совместимость с существующими сетями и повышенную масштабируемость без помех. Основными технологиями, основанными на LPWAN, являются Lora, Sigfox, NB-IoT.

Сравнительный анализ, представленный в работе [5], показал, что для контроллера IM2300 строить решение эффективнее всего на основе сетей Lora. Так как контроллер требует постоянного электропитания, то его по классификации устройств Lora можно определить как «Класс С». Для подключения

контроллера было необходимо подобрать соответствующее устройство-адаптер для подключения в сеть Lora. Также это устройство должно позволять производить соединение с помощью интерфейса RS-485.

В качестве адаптера подошло устройство — счетчик импульсов Vega СИ-13 производства компании «Вега-Абсолют». Также были использованы предоставляемые компанией шлюзы и программное обеспечение для сервера приложений [6].

Контроллер ИМ2300 разрабатывался с расчетом на то, что для получения данных с ним будет взаимодействовать один пользователь, либо сам контроллер будет периодически отсылать данные. Это было вполне естественным и технологичным решением для своего времени и областей применения.

В сети Интернета вещей все устройства подключены к облачным сервисам и могут обмениваться данными между собой и различными сервисами. Облачные сервисы могут использовать одни и те же конечные устройства для выполнения своих задач: считывание показателей, изменение состояния устройств. Сервисы в облачной среде ничего не знают друг о друге. Нет никаких гарантий, что одновременно два или более сервиса не попытаются выполнить взаимоисключающие или противоречащие друг другу задачи. Возникает проблема многопользовательского доступа к ресурсу. Для решения этой проблемы было разработано специальное программное обеспечение, размещаемое в облачных сервисах, позволяющее внешним клиентам или приложениям, используя специальное API, производить работу с контроллерами ИМ2300 в общей среде, не создавая помех друг другу. Программное обеспечение разрабатывалось на стеке технологий от Microsoft. В качестве основного языка программирования описания логики обработки команд устройствами ИМ2300 и Vega СИ-13 использовался язык F# с исполняющей средой dotnet core 3.1. Пример кода приведен на рисунке 2. В качестве основной парадигмы F# использует функциональное программирование и содержит реализацию алгебраических типов данных, что позволяет писать более простой и надежный код программы. Также был использован фреймворк для построения распределенных вычислений Microsoft Orleans [7].

Для наглядности и проведения экспериментов также было разработано веб-приложение с графическим интерфейсом пользователя для взаимодействия с устройством, использующее вышеупомянутое API. Для проверки работоспособности было произведено считывание показателей измеренных значений нескольких каналов контроллера ИМ2300. Приложение позволяет считывать отдельные каналы в реальное время или считывать показания нескольких каналов сразу, есть возможность установить периодическое считывание каналов и выдачу результатов как поток данных внешним сервисам (рис. 3).

Произвести считывание измеренных данных в черте города удалось на расстоянии 6 км между контроллером ИМ2300 и

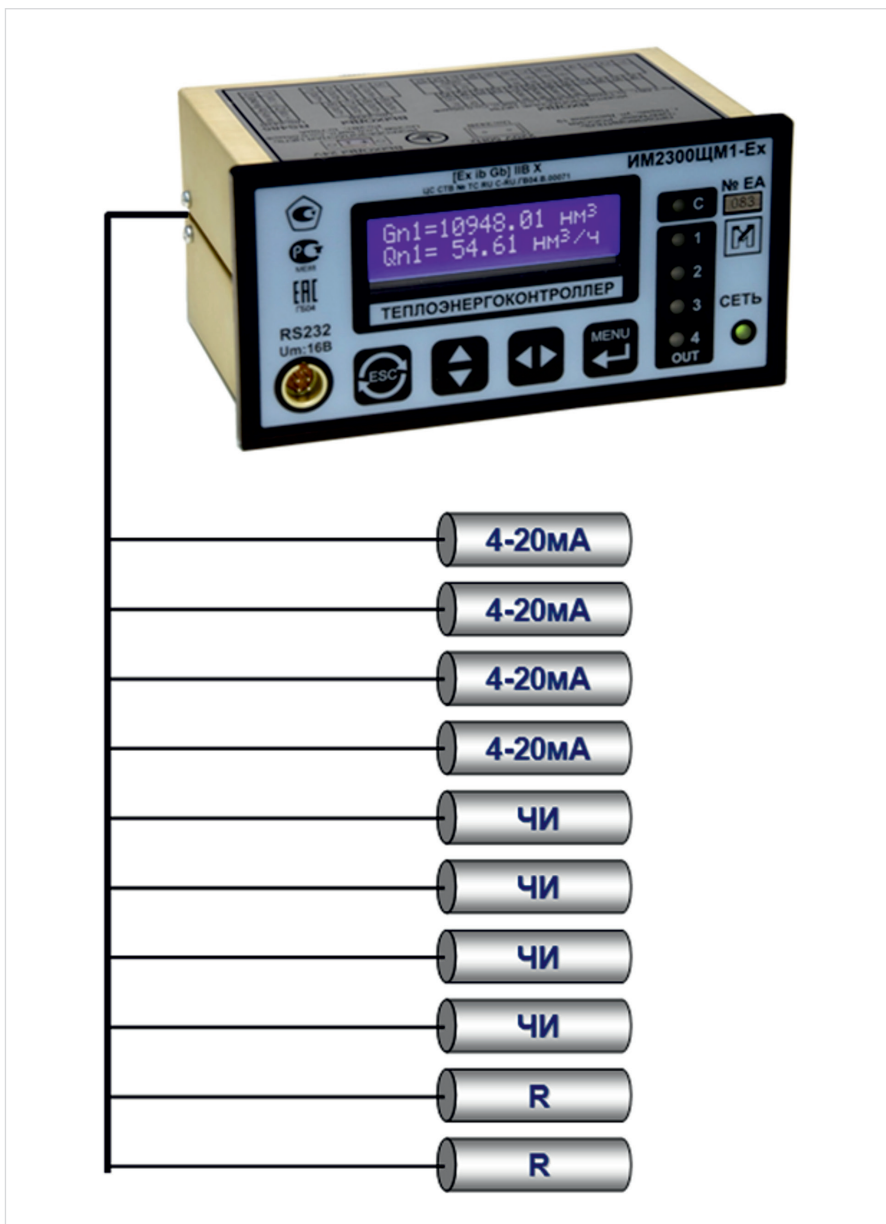


Рис. 1. Подключение первичных датчиков к прибору ИМ2300  
Fig. 1. Connecting primary sensors to the IM2300 device

```
[<AllowNullLiteral>]
type GrainCommandHandler<'TState, 'TCommand, 'TEvent, 'TError, 'TLogger> (grainId:string,
    grainType: string,
    producer : 'TState -> 'TCommand -> Result<'TEvent, 'TError>,
    state: unit -> 'TState,
    commit : 'TEvent -> Task,
    publish : 'TEvent -> Task,
    errorHandler : 'TError -> Exception,
    logger : ILogger<'TLogger>) =

    member this.Handle (command : 'TCommand) : Task =
        logger.LogInformation("Grain {@type} {@grainId} начал обработку команды {command}", grainType, grainId, command)
        let s = state()
        upcast task {
            match producer s command with
            | Ok event ->

                do! commit event
                logger.LogInformation("Grain {@type} {@grainId} зафиксировал событие {event}", grainType, grainId, event)

                do! publish event
                logger.LogInformation("Grain {@type} {@grainId} передал событие {event}", grainType, grainId, event)
                return Task.CompletedTask

            | Error e ->
                logger.LogError(" {@type} {@grainId} выдал ошибку {error}", grainType, grainId, e)
                return Task.FromException(errorHandler e)
        }
    }
```

Рис. 2. Пример программного кода на языке F# для описания логики обработки команд устройствами ИМ2300 и Vega СИ-13  
Fig. 2. An example of program code in the F# language for describing the logic of command processing by the IM2300 and Vega SI-13 devices

шлюзом LoRa. Это является хорошим показателем, поскольку в городе гарантируется дальность приема и передачи сигнала 2–5 км, тогда как для загородной местности этот показатель составляет 30 км [6].

### Итоги

Показаны возможности работы теплоэнергоконтроллера ИМ2300 в сетях LoRa.

### Выводы

Результаты показывают, что разработанное программное обеспечение и возможности получения данных с теплоэнергоконтроллера ИМ2300 в сети IIoT, применяемые для оперативного мониторинга работы нефтяных скважин, могут быть расширены с использованием сетей LoRa [8].

### Литература

1. Лопухов И. Интеллектуальные системы на нефтяных месторождениях // Control Engineering Россия. 2017. № 2. С. 74–78.
2. Самбурова А.А., Сергеев И.Ю. Способ измерения дебита нефтяных скважин. Патент № RU 2701268 C1 от 25.09.2019.
3. Прибор вторичный теплоэнергоконтроллер ИМ2300. Руководство по эксплуатации. ИМ23.00.001PЭ. Гос. реестр № 14527-17. 2017. URL: <http://okbmayak.perm.ru/download/IM2300Re1.pdf>
4. Дартнелл К. Нефтегазовая отрасль держит курс на цифровизацию // Control

Канал	Показания	Ед. изм.	Время изм.
Qt1	209.61	Gkal	15:41:26 08.06.2020 Считать
Qt2	97.20	Gkal	15:41:26 08.06.2020 Считать
T1	78.9	С	15:41:26 08.06.2020 Считать
T2	59.8	С	15:41:26 08.06.2020 Считать
Wt1	0.08	Gk/h	15:41:26 08.06.2020 Считать
Wt2	0.04	Gk/h	15:41:26 08.06.2020 Считать

Рис. 3. Результаты считывания каналов тепловой энергии  $Q_t$  (расчетные величины), температуры  $T$  (измеренные величины) и тепловой мощности  $W_t$  (расчетные величины) прибора ИМ2300

Fig. 3. The results of reading heat energy  $Q_t$  (calculated values), temperature  $T$  (measured values) and heat power  $W_t$  (calculated values) channels of the IM2300 device

- Engineering Россия IIoT. 2018. Май. P. 14–15.
5. Лопаев В.С. Современные технологии дистанционного сбора данных с приборов учета энергоресурсов // Вестник Пермского университета. Информационные системы и технологии. 2019. № 1. С. 40–43.
6. Устройство Lorawan Vega СИ13. Руководство по эксплуатации. URL: [https://iotvega.com/content/ru/si/si13\\_485/01-%D0%92%D0%95%D0%93%D0%90%D0%A1%D0%98-13%D0%A0%D0%9F\\_rev%2011.pdf](https://iotvega.com/content/ru/si/si13_485/01-%D0%92%D0%95%D0%93%D0%90%D0%A1%D0%98-13%D0%A0%D0%9F_rev%2011.pdf)
7. Bykov S., Geller A., Kliot G., Larus J.R., Pandya R., Thelin J. Orleans: A Framework for Cloud Computing. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2010/11/pldi-11-submission-public.pdf>
8. Марисов Д.А., Зацепин А.Ю., Марин Е.А., Терлеев А.В., Ларионова М.Ю. Интернет вещей в нефтегазовой сфере: анализ технологии Lorawan и возможности прикладного применения // ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. 2019. № 2. С. 76–80.

## ENGLISH

### Results

The overview of the possibilities operation of the controller IM2300 in LoRa networks are shown.

### Conclusions

The results show that the developed software and the possibility of obtaining data from the controller IM2300 in the IIoT network, used for operational monitoring of oil wells operation, can be expanded using LoRa networks.

### References

1. Lopukhov I. Intelligent systems at oil fields. Control Engineering Russia, 2017, issue 2, P. 74–78.
2. Samburova A.A., Sergeev I.Yu. Method for measuring flow rate of oil wells. Patent for invention № RU 2701268 C1 от 25.09.2019.
3. Device secondary heat and power controller IM2300. Manual. M23.00.001RE. State register No. 14527-17. 2017. URL: <http://okbmayak.perm.ru/download/IM2300Re1.pdf>
4. Dartnell K. The oil and gas industry is heading towards digitalization. IIoT Supplement to the journal Control Engineering Russia, 2018, P. 14–15.
5. Lopaev V.S. Modern technologies of remote data collection from energy metering devices. Bulletin of Perm University. Information systems and technologies, 2019, issue 1, P. 40–43.
6. Device Lorawan Vega SI 13. Operation manual. URL: [https://iotvega.com/content/ru/si/si13\\_485/01-%D0%92%D0%95%D0%93%D0%90%D0%A1%D0%98-13%D0%A0%D0%9F\\_rev%2011.pdf](https://iotvega.com/content/ru/si/si13_485/01-%D0%92%D0%95%D0%93%D0%90%D0%A1%D0%98-13%D0%A0%D0%9F_rev%2011.pdf)
7. Bykov S., Geller A., Kliot G., Larus J.R., Pandya R., Thelin J. Orleans: A Framework for Cloud Computing. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2010/11/pldi-11-submission-public.pdf>
8. Marisov D.A., Zatsepina A.Yu., Marin E.A., Terleev A.V., Larionova M.Yu. Internet of things in the oil and gas industry: Lorawan technology analysis & use cases. PRONEFT. Professionalno o nefti, 2019, issue 2, P. 76–80.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Ощепков Александр Юрьевич**, к.ф.-м.н., директор-главный конструктор ФГУП «ОКБ «Маяк», Пермь, Россия  
Для контактов: [aos57@mail.ru](mailto:aos57@mail.ru)

**Карпов Сергей Борисович**, ПГНИУ, доцент кафедры радиоэлектроники и защиты информации, Пермь, Россия

**Лопаев Вячеслав Сергеевич**, ПГНИУ, аспирант, Пермь, Россия

**Oshchepkov Aleksandr Yurevich**, director-chief designer Special Design Office "Mayak", Perm, Russia  
Corresponding author: [aos57@mail.ru](mailto:aos57@mail.ru)

**Karpov Sergej Borisovich**, lecturer Perm State University, Perm, Russia

**Lopaev Vyacheslav Sergeevich**, graduate student Perm State University, Perm, Russia