

DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2022.25.10>

## ПРИМЕНЕНИЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Научная статья

Барышева О.Б.<sup>1\*</sup>, Осипова Л.Э.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Казань, Россия

\* Корреспондирующий автор (obbars[at]mail.ru)

### Аннотация

Для повышения эффективности процессов добычи газа необходимо подключать информационные технологии. На данный момент используются методы структурной и параметрической идентификации с применением ИТ. Информационная система включает разработанное для оперативного контроля над состоянием рабочих параметров в инженерных сетях аппаратное и программное обеспечение. Применение ИТ позволяет автоматизировать процессы генерации, также позволяет обучить оборудование обрабатывать ошибочные данные, полученные с газовых скважин фильтровать их, все полученные данные группировать в единую информацию по данному объекту, которая позволит осуществлять более эффективную разработку газового месторождения. Базовой задачей, преследующей ИТ газовой отрасли, является снижение до минимального уровня затрат на добычу необходимого объема газа. Разработка схемы производственного процесса, которая контролировала бы работу и управление целой группой газовых скважин в одном месторождении.

**Ключевые слова:** информационные технологии, транспортировка, переработка, добыча газа, автоматизация, системы управления.

## APPLICATION OF IT TECHNOLOGIES IN THE GAS INDUSTRY

Research article

Barysheva O.B.<sup>1\*</sup>, Osipova L.E.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russia

\* Corresponding author (obbars[at]mail.ru)

### Abstract

To increase the efficiency of gas production processes, it is necessary to involve information technologies. At the moment, the gas industry utilizes methods of structural and parametric identification using via IT technologies. The information system includes hardware and software developed for operational control over the state of operating parameters in engineering networks. The use of IT allows for automating the generation processes and for training equipment to process erroneous data received from gas wells, filter them, group all the data obtained into a single information on this object, which will, in turn, allow for more efficient development of a gas field. The basic task of the IT gas industry is to reduce to a minimum the cost of producing the required volume of gas and the development of a production process scheme that would control the operation and management of a whole group of gas wells in one field.

**Keywords:** information technologies, transportation, processing, gas production, automation, control systems.

Цифровизация в газовой отрасли в последние годы стала главной темой обсуждения профильных специалистов, средств массовой информации и поводом для проведения конференций и форумов. 2022 год объявлен главой Республики Татарстан годом Цифровизации в РТ. ИТ-технологии с бешеной скоростью внедряются в нашу жизнь, т.к. современное общество не может развиваться без применения в работе ИТ. Информационные технологии – это процессы, использующие совокупность средств и методов сбора, обработки, накопления и передачи данных (первичной информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса, явления, информационного продукта, а также распространение информации и способы осуществления таких процессов и методов. Интернет вещей (IoT) также относится к информационным технологиям [1], [2]. IoT – способ передачи данных между физическими объектами, оснащёнными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. В ближайшем будущем порядка 50% операций разной трудоемкости будут совершаться с помощью технологии IoT. В настоящее время количество подключенных устройств к IoT превышает число пользователей “обычным интернетом” во всем мире [3], [4], [5]. Вопрос внедрения IoT в области газодобычи актуален на сегодняшний день. Интеграция IoT в газодобывающую промышленность повышает эффективность разработки новых и обслуживания старых месторождений [6]. На рис.1 показана типовая технологическая схема газового промысла.

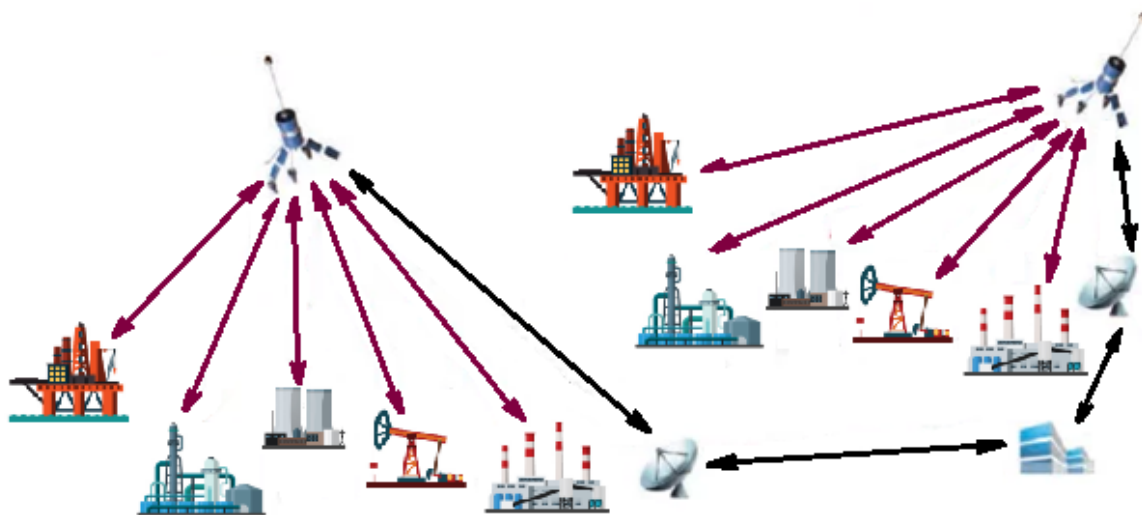


Рис. 1 – Схема подключения к беспроводной сети объектов газодобычи

IoT в газодобывающей промышленности позволяет провести оптимизацию процессов газодобычи, т.е. обеспечить возможность удаленного управления объектами добычи. Также применение IoT сокращает расходы на труд человека, решает многие вопросы безопасности при газодобыче. Для подключения к IoT существует множество стандартов.

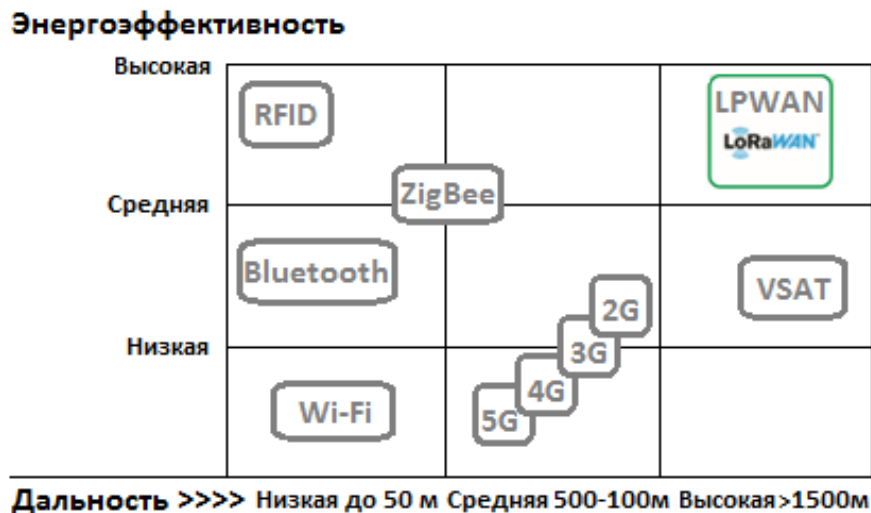


Рис. 2 – Сравнение стандартов подключения

На рис. 2 показана энергоэффективность различных стандартов подключения к IoT. Основным интересом для газовой отрасли представляется стандарт LoRaWAN. Дальность до 10 км при высокой энергоэффективности (например, автономная работа датчика - до 10 лет от одной батарейки). Стандарт LoRaWAN официально был обозначен в марте 2015 г [7], [8], [9], [10]. Это новая технология сетей дальнего радиуса действия. Она позволила подключать датчики на большие расстояния. Она имеет минимальные требования к инфраструктуре и предлагает оптимальное время автономной работы датчика. Технологию можно интегрировать на любые объекты газодобычи с целью ускорения технологических процессов. Преимущества технологии LoRaWAN – это простая архитектура сети, дальность передачи (до 10 км), удаленное управление, энергоэффективность конечных устройств, использование нелецензируемого диапазона частот (868 МГц), т. е. плюсом является отсутствие платы за использование.

Рассмотрим структурную схему беспроводного управления объектами рис.3: к «нижнему уровню» (поле) беспроводной системы контроля и управления относятся датчики техпроцессов и исполнительные механизмы. Датчики монтируются непосредственно на объектах, подключаемых к IoT. Устройства сопряжения обеспечивают промежуточное временное хранение данных. Далее производится реализация алгоритмов контроля и управления. Передача данных на «верхний уровень» (операторная) производится по радиоканалу передачи данных, далее на коммуникационное устройство, которое связывается с сервером и АРМ. Одновременно производится интеграция со смежными вышестоящими системами. Главными в IoT для беспроводной передачи данных являются такие свойства как адаптивность, отказоустойчивость, эффективность.

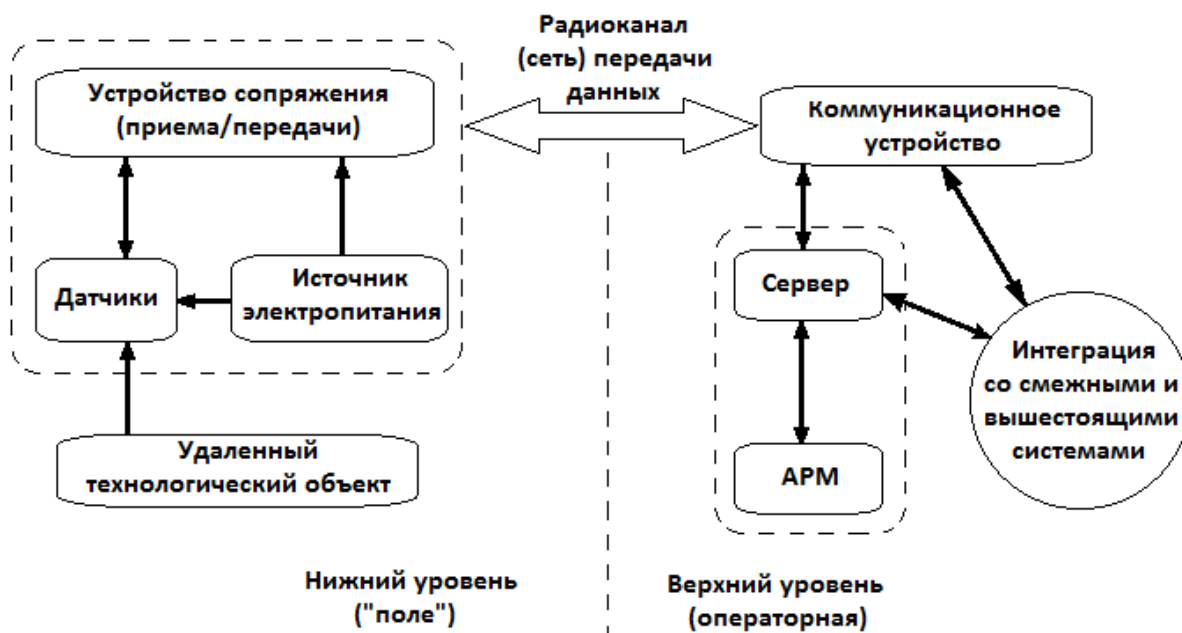


Рис. 3 – Структурная схема управления

IoT отличается от «обычного интернета» форматом коммуникации межмашинного взаимодействия M2M. Технология LoRaWAN контролирует буферное и затрубное давление и осуществляет телеметрию давления в забое и температуры, а также производит передачу данных со станции управления или локального блока автоматики.

Подключенные к IoT объекты газовой промышленности с датчиками могут находиться на расстоянии до 10 км от базовой станции LoRaWAN. Данные с этих объектов передаются на телекоммуникационную платформу и далее в личный кабинет пользователя. Они могут выгружаться в файл необходимого формата. Данные зашифрованы. Разрабатываются специальные мобильные приложения для мониторинга замеров. Через мобильные приложения контроль и управление можно производить с помощью смартфонов, планшетов.

На рис. 4 показана архитектура сети LoRaWAN. Эту сеть можно представить в виде конечных устройств, данные с которых передаются в зашифрованном виде на шлюзы. Данные попадают на сетевой сервер сети и далее в личный кабинет пользователя.



Рис. 4 – Архитектура сети

К IT-технологиям можно отнести интеллектуальное месторождение газа. Этот термин основан на понятии интеллектуального управления. Происходит непрерывная оптимизация внедренной модели месторождения и модели управления газодобычи. Интеллектуальное месторождение газа состоит из следующих объединенных объектов: датчиков, сенсоров, смартфонов (планшетов), квадрокоптеров. Объединяют их для анализа полученных с них данных, чтобы в дальнейшем управлять этой системой из операторной в режиме реального времени, сразу реагируя на меняющиеся параметры системы. Примером этого может служить обнаружение утечек газа с помощью дронов в режиме онлайн. Или другой пример, посредством сенсоров, мониторящих состояние функционирующего оборудования, оператор в режиме онлайн контролирует состояние оборудования. Таким образом, можно планировать техническое обслуживание или ремонт.

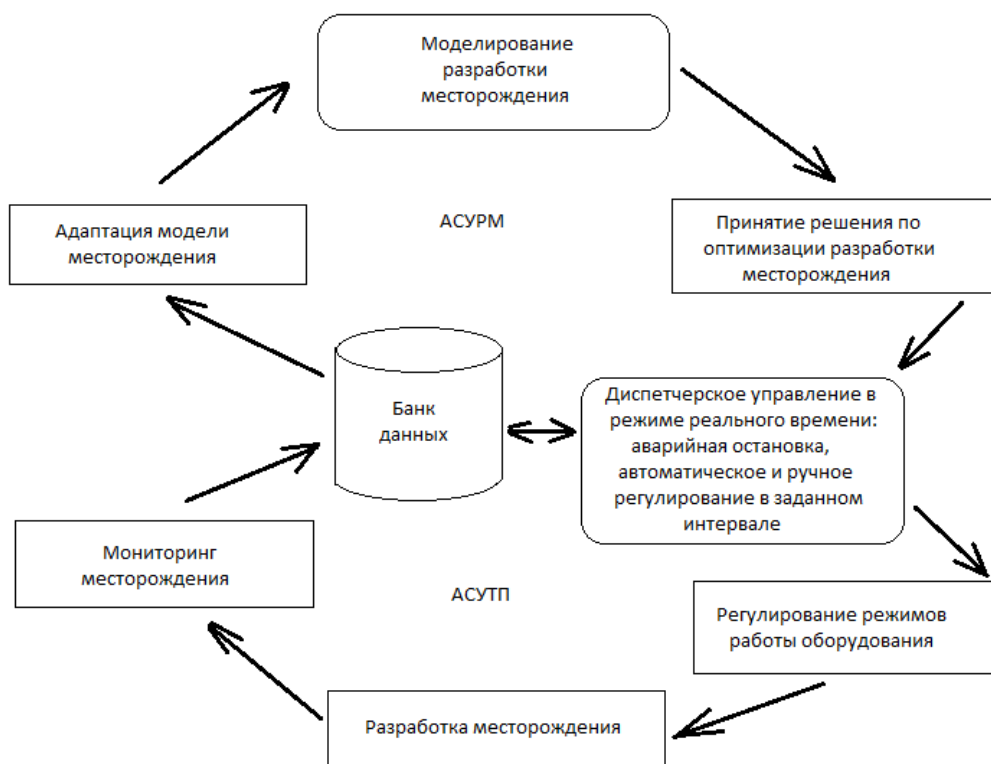


Рис. 5 – Схема управления ИМ

На рис. 5 показана структурная схема управления интеллектуальным месторождением (ИМ). IT-технология управления за счет созданных алгоритмов формирования управляющих воздействий позволяет оптимизировать управление процесса газодобычи. Контроль технологических параметров и состояния оборудования на объектах газодобычи с помощью беспроводных сетей становится популярен в автоматизации процессов в газодобывающей промышленности.



Рис. 6 – Динамика использования IoT

На рис. 6 показан график динамики использования IoT в течении определенного времени. Из графика видно, что 2015 год стал переломным для продвижения технологии интернета вещей. И далее прогресс будет постоянно расти, что потребует дальнейшего развития IT-технологий.

Аварийность на объектах магистрального трубопроводного транспорта составляет (0,16 – 0,25) аварий/1000 км в год. Опасность паровоздушных облаков обусловлена тем, что они под воздействием атмосферных потоков могут перемещаться на значительные расстояния, что увеличивает вероятность воспламенения облака случайным источником зажигания. При этом может возникнуть крупномасштабный пожар или взрыв. Необходимым условием воспламенения облака является превышение локальной концентрации взрывоопасного вещества в точке расположения источника воспламенения нижнего концентрационного предела воспламенения.

Оценка последствий вероятных техногенных аварий на опасных производственных объектах, с целью принятия компенсационных мер (выбора площадки застройки, оценка риска эксплуатации опасных производственных объектов), предполагает проведение количественной оценки потерь продукта, распространения паровоздушных облаков в

открытом пространстве с расчетом концентрационных полей, формирующихся в окрестностях точки выброса опасного вещества.

Результаты измерения давления вдоль трассы продуктопровода Минибаево – Нижнекамск приведены в таблице 1:

Таблица 1 – Давление вдоль трассы продуктопровода Минибаево – Нижнекамск

Километр по трассе	Точка замера	Высота отметки, м	Давление в продуктопроводе, МПа	
			при работе насоса на ГНС	при остановке насоса на ГНС
0	ГНС	170	3,3	1,0
10	вантуз	205	2,7	0,8
20	-//-	256	1,85	0,4
30	-//-	189	2,5	1,0
40	-//-	91	2,4	1,1
50	-//-	107	2,0	1,0
60	-//-	95	1,95	1,2
70	-//-	104	1,5	1,05
74	-//-	62	1,4	1,35
75	-//-	80	1,05	1,1
90	-//-	109	0,9	0,75
100	-//-	147	0,8	0,6
110	-//-	190	0,55	0,45
120	-//-			
конечный узел	резервуарный парк	202	0,5	0,4

Особую сложность представляет расчет последствий техногенных аварий, связанных с истечением из трубопроводов сжиженных углеводородных газов (СУГ), что связано с физико-химическими особенностями этих систем. К СУГ относятся сжиженные углеводороды (пропан, бутан) и их смеси – широкие фракции легких углеводородов (ШФЛУ), а также нестабильные бензины, содержащие значительные количества легких углеводородов. Особенности поведения этих систем проявляются уже в самих механизмах истечения среды через аварийные отверстия, взаимодействия (массотеплообмене) истекающей среды с окружающей средой (подстилающим грунтом и атмосферой) и в особенностях формирования концентрационных полей опасных веществ в атмосфере.

Разработанный программный комплекс по расчету давления дал следующие результаты. На рис.7 представлено сопоставление расчетных значений давления с замеренными для второго режима ГНС продуктопровода (насос на ГНС отключен). На этом же рисунке нанесен укрупненный план трассы продуктопровода. На 20-м километре трасса преодолевает водораздел, а наибольшая высотная отметка на этом участке составляет 256 м.

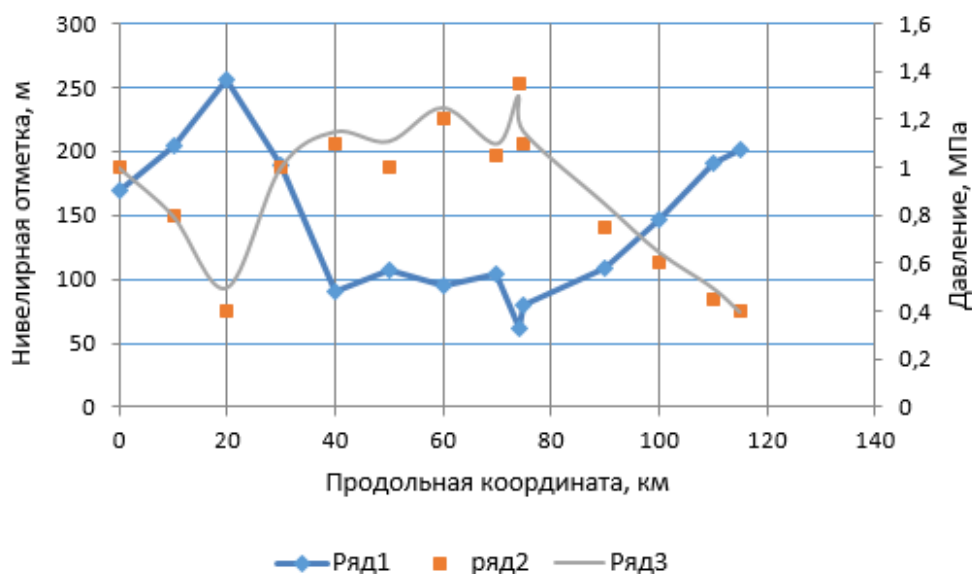


Рис. 7 – Сопоставление рассчитанных (ряд 3) и замеренных (ряд 2) давлений в характерных точках продуктопровода в сопоставлении с планом трассы (ряд 1)

Нарушения герметичности трубопровода могут возникнуть вследствие образования каверн (свищей) в теле трубы, главным образом в результате коррозионных эффектов в местах нарушения антикоррозионного покрытия, и в местах сварки, а также в результате разрывов тела трубы «гильотинного» типа. Последний случай может являться следствием просадки грунта вместе прокладки трубопровода (карстовые явления), а также следствием несогласованной хозяйственной деятельности человека.

Хорошее соответствие расчетных и экспериментальных данных изменения давления вдоль трассы подтверждает, что даже при отключении насоса на головной насосной станции фактическое давление продукта не может быть меньше давления насыщенных паров широкой фракции легких углеводородов при температуре грунта.

Программный комплекс можно использовать для получения данных в режиме реального времени. Полученные данные можно подключить к единой информационной системе и использовать для обнаружения утечек.

Также в дополнении к программному комплексу для обнаружения утечек в предполагаемый район можно “послать” дроны, которые смогут подтвердить/опровергнуть наличие утечек на участке магистрального трубопровода.

### Заключение

Внедрение IT-технологий в газодобывающую отрасль позволяет эффективно использовать остаточное пластовое давление. IT- технологии снижают затраты на эксплуатацию и капремонт. В России перспективным направлением использования технологии является организация локальной IoT-сети на базе данного протокола межмашинного взаимодействия M2M. Использование этого протокола уменьшает затраты и увеличивает эффективность производственного процесса, а также его безопасность. LoRaWAN можно использовать как базу для создания алгоритмов обработки данных методами машинного обучения.

### Conflict of Interest

None declared.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Список литературы / References

1. Ли П. Архитектура интернета вещей. / П. Ли – М: ДМК Пресс, 2018. – 456 с.
2. Макаров С.Л. ARDUINO uno и raspberry PI 3: от схемотехники к интернету вещей. / С.Л. Макаров – М: ДМК Пресс, 2018. – 206 с.
3. Кранц М. Интернет вещей новая технологическая революция / М. Кранц – М: Эксмо, 2017. – 182 с.
4. Леонович Е.Г. Цифровая эпоха образования: Почему Смартфоны не враги учебников. / Е.Г. Леонович, О.Б. Барышева // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2020. – Т. 2. – № 1 (39). – С. 88–94.
5. Bell Ch. MySQL for the Internet of Things. / Ch. Bell – Apress, 2016. – 335 p.
6. Давлетшина А.Я. Реализация системы «единого окна» при подключении объектов газоснабжения коттеджного поселка. / А.Я. Давлетшина, О.Б. Барышева // Сборник научных статей по итогам XI международной научно-практической конференции: Мир в эпоху глобализации экономики и правовой сферы: роль биотехнологий и цифровых технологий. – Москва, 2021. – С. 25–28.
7. Khan R. Learning IoT with Particle Photon and Electron. / R. Khan, K. Ghoshdastidar, A. Vasudevan. – Packt Publishing Limited, 2016. – 138 p.
8. Шварц М. Интернет вещей с ESP8266. / М. Шварц – BHV, 2016. – 191 p.
9. Hillar Gastón C. Internet of Things with Python. / Gastón C. Hillar. – Packt Publishing Limited, 2016. – 388 p.
10. Кычкин А.В. Проектирование IoT-платформы для управления энергоресурсами интеллектуальных зданий. / А.В.Кычкин, А.И.Дерябин, Л.В.Шестакова и др. // Прикладная информатика. Научные статьи – 2018. – 13 с.
11. Суомалайнен А. Интернет вещей: видео, аудио, коммутация. / А. Суомалайнен – ДМК Пресс, 2019. – 122 с.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Lee P. Arkhitektura interneta veshhejj [Architecture of the Internet of Things] / P. Lee. – Moscow: DMK Press, 2018. – 456 p. [in Russian]
2. Makarov S.L. ARDUINO uno i raspberry PI 3: ot skhemotekhniki k internetu veshhejj [ARDUINO uno and raspberry PI 3: from circuitry to the Internet of Things] / S. L. Makarov. – Moscow: DMK Press, 2018. – 206 p. [in Russian]
3. Kranz M. Internet veshhejj novaja tekhnologicheskaja revoljucija [The Internet of Things: a new technological revolution] / M. Kranz. – Moscow: Eksmo, 2017. – 182 p. [in Russian]
4. Leonovich E.G. Cifrovaja ehpokha obrazovaniya: Pochemu Smartfony ne vrugi uchebgikov [The digital age of education: Why Smartphones are not the enemies of textbooks] / E. G. Leonovich, O. B. Barysheva // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzheniya [Scientific journal. Engineering systems and structures]. – 2020. – Vol. 2. – No. 1 (39). – Pp. 88-94 [in Russian]
5. Bell Ch. MySQL for the Internet of Things. / Ch. Bell – Apress, 2016. – 335 p.
6. Davletshina A.Ya. Realizacija sistemy “edinogo okna” pri podkljuchenii ob"ektov gazosnabzhenija kottedzhnogo poselka [Implementation of the "single window" system when connecting gas supply facilities of a cottage settlement] / A. Ya. Davletshina, O. B. Barysheva // Sbornik nauchnykh statej po itogam XI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: Mir v ehpkhu globalizacii ehkonomiki i pravovoj sfery: rol' biotekhnologij i cifrovyyh tekhnologij [Collection of scientific articles on the results of the XI International Scientific and practical conference: The World in the era of globalization of the economy and the legal sphere: the role of biotechnologies and digital technologies]. – Moscow, 2021. – Pp. 25-28 [in Russian]
7. Khan R. Learning IoT with Particle Photon and Electron. / R. Khan, K. Ghoshdastidar, A. Vasudevan. – Packt Publishing Limited, 2016. – 138 p.
8. Schwartz M. Internet veshhejj s ESP8266 [Internet of Things with ESP8266] / M. Schwartz // BHV, 2016. – 191 p. [in Russian]
9. Hillar Gastón C. Internet of Things with Python. / Gastón C. Hillar. – Packt Publishing Limited, 2016. – 388 p.
10. Kychkin A.V. Proektirovanie IoT-platforny dlja upravleniya ehnergoresursami intellektual'nykh zdaniij [Designing an IoT platform for energy management of intelligent buildings] / A. V. Kychkin, A. I. Deryabin, L. V. Shetakova et al. // Prikladnaja informatika. Nauchnye stat'i [Applied computer science. Scientific articles] – 2018. – 13 p. [in Russian]
11. Suomalainen A. Internet veshhejj: video, audio, kommutacija [Internet of Things: video, audio, switching] / A. Suomalainen // DMK Press, 2019. – 122 p. [in Russian]