

УДК 681.518

© С. М. Абдурахмонов, О. Х. Кулдашов, 2020

АВТОМАТИЧЕСКИЙ УРОВНЕМЕР ЖИДКОСТИ ДЛЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН

Темой настоящей работы является разработка автоматического уровнемера жидкости для взрывоопасных зон. Анализ известных в настоящее время уровнемеров, которые широко применяют в нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности, показал, что их себестоимости очень высокие. Предложен уровнемер, стоимость которого значительно ниже, чем у промышленных аналогов, для изготовления и эксплуатации его не требуются большие финансовые затраты. В статье описываются возможности и принципы работы разработанного уровнемера жидкости для взрывоопасных зон. Предложенный уровнемер рассчитан для измерения уровня нефтепродуктов для технологического учета и управления нефтепродуктами. Приводятся блок-схемы и алгоритм работы уровнемера.

В данной работе организован "верхний" уровень автоматического управления технологическим процессом на персональных компьютерах. "Верхний" уровень создан на основе программного пакета "TraceMode" компании "Adastra" (Россия). В программном комплексе предусмотрены передача "уставок" с компьютера, предварительная аварийная сигнализация, архивация данных технологических параметров, мнемосхема прохождения технологических параметров в реальном режиме. Уровнемер рассчитан для измерения различных уровней с соответствующими настройками, точность измерения колеблется в диапазоне 0.5–1 %.

Кл. сл.: нефть, контроллер-измеритель, технологический параметр, смещение, нижняя граница, верхняя граница, сепарация, датчик, взрывоопасная зона

ВВЕДЕНИЕ

Высокопроизводительная и безопасная работа мини-установок для обработки нефти и нефтепродуктов требует применения современных методов и средств измерения технологических параметров, характеризующих ход процесса и состояние оборудования [1]. Автоматический контроль и управление является логически первой ступенью автоматизации, без успешного функционирования которых невозможно создание АСУ мини-установок для обработки нефти и нефтепродуктов [2].

Одним из параметров в мини-установках по обработке нефти и нефтепродуктов является измерение и автоматический контроль уровня. Существует множество различных приборов и устройств для контроля уровня жидкости: поплавковые, буйковые, гидростатические, акустические, электрические (емкостные, резонансные, резистивные), вибрационные, радарные, радиоизотопные [3, 4].

Анализ известных в настоящее время уровнемеров, которые широко применяются в нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности, показал, что мировыми лидерами по исследованию, разработке и производству современного измерительного оборудования являются следующие крупнейшие фирмы-производители: MTS

(США), Balluff (Германия), Schlumberger Industries (Франция). В России производством данной группы приборов занимаются ЗАО ПТФ "НОВИНТЕХ" (г. Королев, Московская область), НПШ "СЕНСОР" (г. Заречный, Пензенская область), "Первая Приборная фабрика" (г. Рязань). В основном известные компании разрабатывают и производят датчики, настраиваемые на широкий диапазон измерения технологических параметров. Они собраны на микропроцессорах с встроенным программным обеспечением. Поэтому себестоимость этого оборудования весьма высокая.

С развитием малого бизнеса значительно возросло проектирование и строительство различных мини-установок для обработки нефти и нефтепродуктов [5, 6]. Установки проектируются с учетом измерительных и управляющих устройств, которые составляют значительную часть себестоимости проекта. Стоимость основных первичных датчиков (уровнемер, расходомер, термодатчик) в взрывобезопасном варианте в 2–3 раза больше, чем датчиков, ориентированных на обычный режим работы [7–10]. Например, цена радарных уровнемеров, рассчитанных на взрывобезопасные зоны, колеблется от 0.5 до 2 тысяч долларов США, а в взрывобезопасном варианте — от 3 до 12 тысяч долларов. Кроме этого, общепромышленные датчики имеют достаточные точности из-

мерения. Как показывает практика, при проектировании мини-установок не требуются значительные точности измерения в процессе обработки. В технологических процессах обработки участвует не один технологический параметр, а взаимосвязанные параметры, которые покрывают друг друга [11–13]. Например, измеряемый уровень зависит одновременно как от температуры, так и от давления системы.

Для дальнейшего развития малой промышленности необходимо разрабатывать простые и дешевые датчики и измерительные системы, отвечающие современным требованиям приборостроения [14–15]. Поэтому разработка системы измерения уровня жидкости в взрывоопасных зонах является одной из актуальных.

УРОВНЕМЕР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Промышленная нефть до отделения на различные виды нефтепродуктов проходит первичный технологический процесс очистки нефти от нефтяного газа, воды и механических примесей — этот процесс называется первичной сепарацией нефти. После этого очищенная нефть направляется в реактор для разделения на различные виды нефтепродуктов. В реакторе, управляя расход, температуру, давление и уровень по определенным технологиям, получают определенные нефтепродукты (рис. 1). В данной схеме использован взрывобезопасный датчик давления, взрывозащищенная схема термодатчика и разработанный авторами статьи уровнемер.

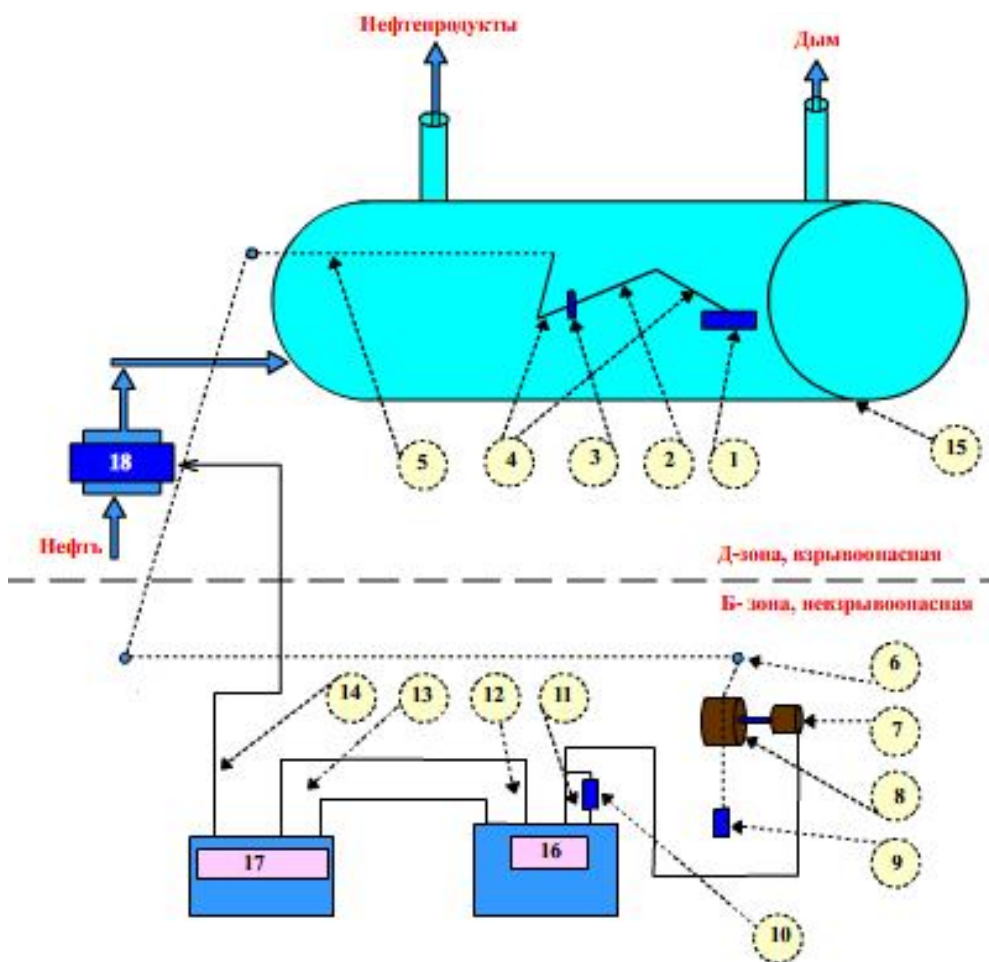


Рис. 1. Блок схема уровнемера.

1 — поплавок, 2 — металлический вал, 3 — подшипник с уплотнением, 4 — железная ось, 5 — трос, 6 — ролики, 7 — переменный резистор, 8 — вращательный барабан с проемом, 9 — груз для поддержки, 10 — поправочный резистор, 11 — вход (термосопротивление) контроллера, 12 — выход контроллера, 13 — вход частотного преобразователя, 14 — силовой кабель, 15 — реактор, 16 — ТРМ-101, 17 — частотный преобразователь, 18 — насос

Предложенный уровнемер рассчитан для измерения уровня нефтепродуктов. Преимущество данной системы заключается в следующем:

- система разработана для работы во взрывоопасных зонах;
- рассчитана для измерения различных уровней с соответствующими настройками;
- простота построения;
- себестоимость значительно ниже, чем готовых взрывобезопасных уровнемеров;
- точность измерения колеблется в диапазоне 0.5–1 %.

Выше было отмечено, что в мини-установках после первичной обработки очищенная нефть передается к реактору. В реакторе производится нагревание нефти до определенной температуры. Нефть в реакторе находится под давлением, в нашем случае до 2.5 кгс/см². Температура поднимается до 280–300 °С в зависимости от обрабатываемой и получаемой продукции. При этом технолог, согласно технологическим картам, должен соблюдать следующие параметры: уровень, температура и давление. Разработанная система направлена на автоматическое удержание уровня нефти в реакторе. Для удержания уровня необходимо измерить уровень нефти в реакторе. В данном случае на разработанном уровнемере главным элементом является переменное сопротивление 680 кОм. Инновационным техническим решением считается следующее:

- изготовление и установка поплавковой системы в реакторе;
- перевод измеренного уровня поплавкового уровнемера к взрывобезопасной зоне (передача тросом);
- организация плавного вращения переменного сопротивления с установкой расчетного барабана с приемкой;
- калибровка сопротивления в градуировке унифицированного сигнала 4–20 мА с подгонкой и добавлением поправочного сопротивления (в нашем случае 280 Ом);
- настройка внутренней программы обработки контроллера измерителя ТРМ-101 к измеренному уровню;
- организация настройки выходного сигнала к управляющему входу частотного преобразователя.

При разработке системы измерения и управления уровнями проведено достаточное количество экспериментов для расчета значения подгоночного сопротивления. Основным параметром подгонки является получение 4–20 мА унифицированного сигнала. Контроллер-измеритель ТРМ-101 имеет аналогичный вход, как в варианте подключения термодатчика. Питание системы измерения уровня составило 5 В постоянного тока.

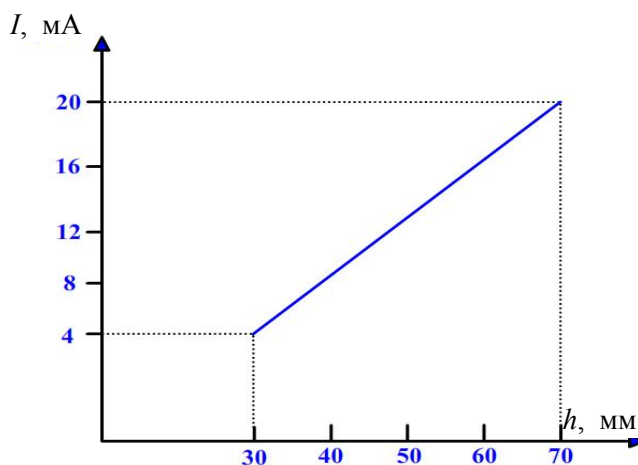


Рис. 2. График зависимости унифицированного сигнала от уровня жидкости

К измерителю подключается выходной унифицированный токовый сигнал 4–20 мА, полученный от системы измерения (уровнемера). В данном случае разработанный измеритель является "активным", поскольку содержит блок питания.

Показания контроллера настраиваются на реальный уровень (в процентном отношении) с использованием параметров внутренней программы контроллера. Параметры подбираются изменением коэффициентов "смещение", "верхние" и "нижние" граничные значения параметров. На рис. 2 приведен график зависимости унифицированного сигнала от уровня.

В данной работе организован "верхний" уровень автоматического управления технологическим процессом на персональных компьютерах. "Верхний" уровень создан на основе программного пакета "TraceMode" компании "Adastra" (Россия). В программном комплексе предусмотрено следующее:

- передача "уставок" с компьютера;
- предварительная аварийная сигнализация;
- архивация данных технологических параметров;
- мнемосхема прохождения технологических параметров в реальном режиме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан уровнемер жидкости для взрывоопасных зон. Стоимость уровнемера значительно ниже, чем у промышленных аналогов, и для разработки его не требуются большие финансовые затраты.

Уровнемер жидкости для взрывоопасных зон рассчитан для технологического учета и управления процессами.

В автоматизированной системы использован программный пакет "TraceMode" компании "Adastra" (Россия).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Фомин В.И., Феодоров А.В., Лукьянченко А.А., Костюченков Д.К.* Автоматический аналитический контроль взрывоопасности воздушной среды промышленных объектов // *Пожаровзрывобезопасность*. 2004. № 4. С. 49–51.
2. *Karantzalos K., Argialas D.* Automatic detection and tracking of oil spills in SAR imagery with level set segmentation // *International Journal of Remote Sensing*. 2008. Vol. 29, is. 21. P. 6281–6296. DOI: 10.1080/01431160802175488
3. *Шокоров В.А.* Разработка и применение датчиков давления и температуры на основе микроэлектромеханических систем для изделий ракетно-космической техники // *Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль*. 2017. № 3. С. 60–66. DOI: 10.21685/2307-5538-2017-3-9
4. *Васильев В.А., Москалев С.А., Ползунов И.В., Шокоров В.А.* Состояние и перспективы создания полупроводниковых микроэлектромеханических систем и датчиков давления на их основе // *Метрология*. 2014. № 11. С. 15–24. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22783973>
5. *Архипов, Д.Б., Буляница А.Л.* Вебметрический анализ // *Научное приборостроение*. 2019. Т. 29, № 3. С. 63–68. URL: <http://iairas.ru/mag/2019/abst3.php#abst7>
6. *Сергеев В.А., Шарфарец Б.П.* Об одном новом методе электроакустического преобразования. Теория, основанная на электрокинетических явлениях. Ч. II. Акустический аспект // *Научное приборостроение*. 2018. Том 28, № 2. С. 36–44. URL: <http://iairas.ru/mag/2018/full2/Art5.pdf>
7. *Kumar S., Furuhashi H.* Long-range measurement system using ultrasonic range sensor with high-power transmitter array in air // *Ultrasonics*. 2017. Vol. 74. P. 186–195. DOI: 10.1016/j.ultras.2016.10.012
8. *Кузьминов В.Ю., Фролов А.Г.* Магнитострикционный уровнемер // *Экспозиция нефть газ*. 2011. № 18. С. 43–44. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17100637>
9. *Ghicioi E., Vlasin N.I., Prodan M., Suvar M.C., Pasculescu V.M.* Developing the research methods for the explosion/fire events from refineries // *18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, Proceedings*. P. 381–388. DOI: 10.5593/sgem2018/1.4/S06.050
10. *Wang Y.S., Matni N., Doyle J.C.* A system-level approach to controller synthesis // *IEEE Trans. Automat. Contr.* 2019. Vol. 64, is. 10. P. 4079–4093. DOI: 10.1109/TAC.2018.2890753
11. *Блинов А.В., Мишанин А.Е., Москалев С.А., Ползунов И.В.* Интегральный датчик давления, ускорения и температуры на базе МЭМС-технологий // *Датчики и системы*. 2012. № 9. С. 9–11. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17929130>
12. *Prima E.C., Munifaha S.S., Salam R., Aziz M.H., Suryani A.T.* Automatic water tank filling system controlled using Arduino™ based sensor for home application // *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 170. P. 373–377. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.03.060
13. *Hauptmann P., Lucklum R., Püttmer A., Henning B.* Ultrasonic sensors for process monitoring and chemical analysis: State-of-the-art and trends // *Sensors and Actuators A: Phys.* 1998. Vol. 67, is. 1-3. P. 32–48. DOI: 10.1016/S0924-4247(97)01725-1
14. *Arifin I.* Automatic water level control berbasis mikrocontroller Dengan Sensor ultrasonik. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, 2015. URL: <https://123dok.com/document/6zk1g18q-automatic-water-control-berbasis-mikrocontroller-dengan-sensor-ultrasonik.html>
15. *Eltaieb A, Min Z.J.* Automatic water level control system // *Int. J. Sci. Res.* 2015. Vol. 4. URL: <https://www.ijsr.net/archive/v4i12/NOV152239.pdf>

Ташкентский университет информационных технологий им. Мухаммада ал-Хорезми, Ферганский филиал, г. Фергана, Республика Узбекистан

Контакты: *Кулдашов Оббозжон Хокимович*, kuldashov.abbos@mail.ru

Материал поступил в редакцию 30.11.2020

AUTOMATIC LIQUID LEVEL GAUGE FOR HAZARDOUS AREAS

S. M. Abdurakhmonov, O. K. Kuldashov

*Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi,
Fergana branch, Fergana city, Republic of Uzbekistan*

The purpose of this work is to develop an automatic liquid level meter for hazardous zones. The analysis of currently known level meters, which are widely used in the oil and oil refining industry, showed that their cost is very high. The proposed level gauge cost is significantly lower than that of industrial analogues for manufacture and operation. This paper describes the capabilities and operating principles of the developed liquid level meter for hazardous zones. The proposed level gauge is designed to measure the level of petroleum products for technological accounting and control of petroleum products. The flowchart and algorithm of the level gauge operation are given.

This paper presents the "upper" level of automatic process control on personal computers. This level is based on the Trace Mode software package by AdAstrA Research Group, Ltd (Russia). The software package provides for the transmission of target setpoints from a computer, preliminary alarm, archiving of data of technological parameters, and a mnemonic diagram for passing technological parameters in real time. The level meter is designed to measure various levels with appropriate settings, the measurement accuracy ranges from 0.5–1 %.

Keywords: oil, controller-meter, technological parameter, displacement, lower boundary, upper boundary, separation, sensor, explosive zone

INTRODUCTION

High-performance and safe operation of mini-installations for processing oil and oil products requires the use of modern methods and instruments for measuring technological parameters that characterize the course of the process and the state of the equipment [1]. Automatic control and management is logically the first stage of automation, without the successful functioning of which it is impossible to create an automated control system for mini-units for processing oil and oil products [2].

One of the parameters of mini-installations for the processing of oil and petroleum products is the measurement and automatic control of the liquid level. There are many different instruments and devices for monitoring: float, buoy, hydrostatic, acoustic, electrical (capacitive, resonant, resistive), vibration, radar, radioisotope [3, 4].

Analysis of the currently known level gauges, which are widely used in the oil and oil refining industry, showed that the world leaders in research, development and production of modern measuring equipment are the following major manufacturing companies: MTS (USA), Balluff (Germany), Schlumberger Industries (France). In Russia, this group of devices is manufactured by ZAO PTF NOVINTECH (Korolev, Moscow region), NPP SENSOR (Zarechny, Penza region), First Instrument Factory (Ryazan). Basically, well-known companies develop and produce sensors that can be adjusted to a wide range of

measurement of technological parameters. They are assembled on microprocessors with embedded software. Therefore, the cost of this equipment is very high.

With the development of small businesses, the design and construction of various mini-installations for processing oil and petroleum products have significantly increased [5, 6]. Installations are designed taking into account measuring and control devices, which make up a significant part of the project cost. The cost of the main primary sensors (level gauge, flow meter, temperature sensor) in the explosion-proof version is 2–3 times higher than that of the sensors designed for standard operation [7–10]. For example, the price of radar level gauges designed for explosion-proof areas ranges from 0.5 to 2 thousand USD, and in an explosion-proof version - from 3 to 12 thousand dollars. In addition, common industrial sensors have sufficient measurement accuracy. As practice shows, when designing mini-plants, significant measurement accuracy during processing is not required. In technological processing a few technological parameters are involved, but interrelated parameters that cover each other [11–13]. For example, the measured level depends simultaneously on both temperature and system pressure.

For the further development of small industry, it is necessary to develop simple and cheap sensors and measuring systems that meet modern instrumentation requirements [14–15]. Therefore, the development of a system for measuring the level of liquid in hazardous areas is one of the topical.

Fig. 1. Block diagram of the level gauge.

1 — float, 2 — metal shaft, 3 — sealed bearing, 4 — iron axle, 5 — cable, 6 — rollers, 7 — variable resistor, 8 — rotary drum with an opening, 9 — support weight, 10 — correction resistor, 11 — controller input (thermal resistance), 12 — controller output, 13 — frequency converter input, 14 — power cable, 15 — reactor, 16 — TPM-101, 17 — frequency converter, 18 — pump

LEVEL GAUGE FOR PETROLEUM PRODUCTS CONTROL

Before being separated into various types of oil products, industrial oil undergoes the technological process of oil purification from oil gas, water and mechanical impurities — this process is called primary oil separation. After that, the refined oil is sent to the reactor for separation into various types of oil products. In the reactor, by controlling the flow rate, temperature, pressure and level according to certain technologies, corresponding products are obtained (Fig. 1). This scheme shows an explosion-proof pressure sensor, an explosion-proof temperature sensor circuit and the level gauge developed by the authors of the article.

The proposed level gauge is designed to measure

the level of oil products. The advantages of this system are as follows:

- the system is designed to work in hazardous areas;
- designed to measure various levels with appropriate settings;
- ease of construction;
- the cost is much lower than that of ready-made explosion-proof level gauges;
- the measurement accuracy fluctuates in the range of 0.5–1 %.

It was noted above that in mini-plants, after primary treatment, refined oil is transferred to the reactor. In

Fig. 2. Graph of the dependence of the unified signal on the liquid level

the reactor, oil is heated to a certain temperature. The oil in the reactor is under pressure, in our case up to 2.5 kgf/cm². The temperature rises to 280–300 °C, depending on the processed and output products. In this case, the technologist, according to the flow charts, must observe the following parameters: level, temperature and pressure. The developed system is aimed to automatically maintain the oil level in the reactor. To maintain the level, it is necessary to measure the oil level in the reactor. In this case, the main element of the developed level gauge is a variable resistance of 680 kΩ. An innovative technical solution is the following:

- manufacturing and installation of a float system in a reactor;
- transfer of the measured level of the float level gauge to the explosion-proof zone (transmission by cable);
- organization of smooth rotation of variable resistance with adjustment of a drum;
- calibration of resistance in the grading of the unified signal 4–20 mA with adjustment and adding a correction resistance (in our case 280 Ω);
- adjustment of the internal processing program of the TPM-101 meter controller to the measured level;

- setting the output signal to the control input of the frequency converter.

When developing a system for measuring and controlling levels, a sufficient number of experiments were carried out to calculate the value of the adjustable resistance. The main adjusting parameter is to obtain a 4–20 mA unified signal. The TPM-101 measuring controller has a similar input as in the option for connecting a temperature sensor. The power supply for the level measuring system was 5 VDC.

The output unified current signal 4–20 mA received from the measurement system (level gauge) is connected to the meter. In this case, the developed meter is "active" since it contains a power supply.

The controller readings are adjusted to the real level (in percentage) using the parameters of the internal controller program. The parameters are selected by changing the coefficients "displacement", "upper boundary" and "lower boundary" values of the parameters. Fig. 2 shows a graph of the dependence of the unified signal on the level.

In this work, the "upper" level of automatic control of the technological process on personal computers is presented. The "upper" level was developed on the basis of the TraceMode software package by

AdAstrA Research Group, Ltd (Russia). The software package provides the following:

- transfer of setting values from the computer;
- preliminary alarm;
- archiving of data of technological parameters;
- mnemonic diagram of the passage of technological parameters in real time.

CONCLUSION

A liquid level gauge for hazardous areas has been developed. The cost of the level gauge is much lower than that of industrial analogues, and its development does not require significant expenses.

Liquid level gauge for hazardous areas is designed for process metering and process control.

The automated system uses the TraceMode software package by AdAstrA Research Group, Ltd (Russia).

REFERENCES

1. Fomin V.I., Feodorov A.V., Lukyanchenko A.A., Kostyuchenkov D.K. [Automatic analytical control of industrial facilities air explosion hazard]. *Pozharovzryvbezopasnost'* [Fire and Explosion Safety], 2004, no. 4, pp. 49–51. (In Russ.).
2. Karantzalos K., Argialas D. Automatic detection and tracking of oil spills in SAR imagery with level set segmentation. *International Journal of Remote Sensing*, 2008, vol. 29, is. 21, pp. 6281–6296. DOI: 10.1080/01431160802175488
3. Shokorov V.A. [Developing and application of pressure and temperature sensors based on microelectromechanical systems for part space-and-rocket engineering]. *Izmerenie. Monitoring. Upravlenie. Kontrol'* [Measuring. Monitoring. Management. Control], 2017, no. 3, pp. 60–66. DOI: 10.21685/2307-5538-2017-3-9 (In Russ.).
4. Vasil'ev V.A., Moskalev S.A., Polzunov I.V., Shokorov V.A. [Status and prospects of semiconductor microelectromechanical systems and pressure sensors based on them]. *Metrologiya* [Metrology], 2014, no. 11, pp. 15–24. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22783973>
5. Arkhipov D.B., Bulyanitsa A.L., Shcherbakov A.P. [Analytical instrumentation in the journals "Nature" and "Science" for 2001–2017. Webometric analysis]. *Nauchnoe Priborostroenie* [Scientific Instrumentation], 2019, vol. 29, no. 3, pp. 63–68. (In Russ.). URL: <http://iairas.ru/mag/2019/abst3.php#abst7>
6. Sergeev V.A., Sharfarets B.P. [About one new method of electroacoustic transformation. A theory based on electrokinetic phenomena. Part II. The acoustic aspect]. *Nauchnoe Priborostroenie* [Scientific Instrumentation], 2018, vol. 28, no. 2, pp. 36–44. DOI: 10.18358/np-28-2-i3644 (In Russ.).
7. Kumar S., Furuhashi H. Long-range measurement system using ultrasonic range sensor with high-power transmitter array in air. *Ultrasonics*, 2017, vol. 74, pp. 186–195. DOI: 10.1016/j.ultras.2016.10.012
8. Kuz'minov V.Yu., Frolov A.G. [Magnetostrictive level meter]. *Ekspozitsiya nefi' gaz* [Exposition Oil & Gas magazine], 2011, no. 18, pp. 43–44. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17100637>
9. Ghicioi E., Vlasin N.I., Prodan M., Suvar M.C., Pasculescu V.M. Developing the research methods for the explosion/fire events from refineries. *18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, Proceedings*, pp. 381–388. DOI: 10.5593/sgem2018/1.4/S06.050
10. Wang Y.S., Matni N., Doyle J.C. A system-level approach to controller synthesis. *IEEE Trans. Automat. Contr.*, 2019, vol. 64, is. 10, pp. 4 079–4 093. DOI: 10.1109/TAC.2018.2890753
11. Blinov A.V., Mishanin A.E., Moskalev S.A., Polzunov I.V. [Integral pressure sensor, acceleration and temperature on the basis of MEMS technology]. *Datchiki i sistemi* [Sensors & Systems], 2012, no. 9, pp. 9–11. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17929130> (In Russ.).
12. Prima E.C., Munifaha S.S., Salam R., Aziz M.H., Suryani A.T. Automatic water tank filling system controlled using Arduino™ based sensor for home application. *Procedia Engineering*, 2017, vol. 170, pp. 373–377. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.03.060
13. Hauptmann P., Lucklum R., Püttmer A., Henning B. Ultrasonic sensors for process monitoring and chemical analysis: State-of-the-art and trends. *Sensors and Actuators A: Phys.*, 1998, vol. 67, is. 1-3, pp. 32–48. DOI: 10.1016/S0924-4247(97)01725-1
14. Arifin I. *Automatic water level control berbasis mikrocontroller Dengan Sensor ultrasonik*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, 2015. URL: <https://123dok.com/document/6zk1g18q-automatic-water-control-berbasis-mikrocontroller-dengan-sensor-ultrasonik.html>
15. Eltaieb A, Min Z.J. Automatic water level control system. *Int. J. Sci. Res.*, 2015, vol. 4. DOI: doi.org/10.21275/v4i12.NOV152239

Contacts: *Kuldashov Obbozjon Khokimovich*, kuldashov.abbos@mail.ru

Article received by the editorial office on 30.11.2020