ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -1

# DEVELOPMENT OF SCIENCE

## scientific journal



# Development of science

## Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 1

ISSN 3030 -3907

*Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.*

**BOSH MUHARRIR:**
***Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.***
**TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:**
***Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor***
***TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI***

**TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Bozorov G‘ayrat Rashidovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Abdurahmonov Olim Rustamovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Adizov Bobur Zamirovich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor*
***Hayitov Ruslan Rustamjonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Jumayev Qayum Karimovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Berdiyev Dorob Murodovich***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Maxmudov Rafiq Amonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Tilloyev Lochin Ismatilloyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Raxmonov Qahramon Sanakulovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Barakayev Nusratullo Rajabovich***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Panoyev Erali Rajabboyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Ataullayev Sherzod Nabiullyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Murodov Malik Negmurodovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Axmedova Ozoda Bahronovna***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.*
***Safarov Bahri Jumayevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Xaydarov Axtam Amonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Safarov Jasur Alijon o‘g‘li***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*

**KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Axmedov Voxid Nizomovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Umarov Baqo Bafoyevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Kodirov Abduaxad Abduraximovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Qurbonov Mingniqul Jumagulovich***
*Qarshi davlat Universiteti, dotsent*
***Turemuratov Sharibay Naurizbaevich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor*
***Tursunov Kaxor Shonazarovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Do‘stov Hamro***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Panoyev Nodir Shavkatovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Kasimov Sherzod Abduazimovich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor.*
***Aliqulov Rustam Valiyevich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor*
***Tropov Xamza Tursunovich***
*Samarqand Davlat Universiteti, professor*

**IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Nizamov Aslitdin Badreddinovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Boboyev Akmal Choriyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Saidaxmedova Nodira Ilxomovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Muxsinov Bekzod Toxirovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Shakarov Qulmat Ashirovich***
*Renessans ta'lim universiteti,dotsent.*
***Jumaeva Zulfiya Qayumovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Norova Salomat Yusupovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Jalilov Jamshid G‘anijonovich***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent*
***Xasanova Gulruh Djumanazarovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*

**PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Siddiqova Sadoqat G‘afforovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Zoyirov Erkin Xalilovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor*
***Gaffarov Feruz Hasanovich***
Puchon Universiteti, *professor*
***Ruziyev Davron Yuldashevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Muradova Firuza Rashidovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Yunusova Gulandon Samiyevna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***To‘xtayeva Zebo Sharifovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Uzoqova Laylo Polvonovna***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*
***To‘raqulova Marjona Qiyom qizi***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Muradova Zarina Rashidovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Murodov Sanjar Aslonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent*
***Gaffarov Laziz Hasanovich***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.


ISSN 3030-3907

**Development of science** ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.


ISSN 3030-3907

УДК 681.586

# МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ

**Матякубова Парогат Майлиевна**
*ТГТУ имени Ислама Каримова, профессор кафедры «МТРСС»*
*E-mail:tgtu_mss@rambler.ru*
**Саидарипов Лазизбек Фуркатович**
*Исполняющий обязанности директора Государственного учреждения «Национальный институт метрологии Узбекистана» Агентства технического регулирования*
*E-mail: saidoripov@standart.uz*
**Шеина Наталия Евгеньевна**
*ТГТУ имени Ислама Каримова, доцент кафедры «МТРСС»*
*E-mail:meer.nata@bk.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы моделирования и анализа чувствительных элементов оптоэлектронных средств измерения уровня жидких и сыпучих сред. Проведён обзор современных конструкций оптоэлектронных уровнемеров, основанных на использовании источников и приёмников оптического излучения. Исследованы особенности функционирования чувствительных элементов, определяющих точность, чувствительность и надёжность измерений в различных условиях эксплуатации. Разработана обобщённая структурная модель оптоэлектронного измерительного канала, позволяющая учитывать влияние геометрических параметров, характеристик оптической среды и внешних факторов на результаты измерения уровня.

**Ключевые слова:** оптоэлектронный уровнемер, измерение уровня, чувствительный элемент, оптоэлектронный датчик, математическое моделирование, анализ сигналов, измерительный преобразователь, метрологические характеристики, автоматизация измерений, промышленный мониторинг, оптические сенсоры, интеллектуальные измерительные системы.

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada suyuq va sochiluvchan muhitlar sathini o‘lchash uchun mo‘ljallangan optoelektron o‘lchash vositalarining sezgir elementlarini modellashtirish va tahlil qilish masalalari ko‘rib chiqilgan. Optik nurlanish manbalari va qabul qilgichlaridan foydalanishga asoslangan zamonaviy optoelektron sath o‘lchagichlar konstruksiyalarining tahliliy sharhi amalga oshirilgan. Turli ekspluatatsiya sharoitlarida o‘lchashlarning aniqligi, sezgirligi va ishonchliligini belgilovchi sezgir elementlarning ishlash xususiyatlari tadqiq


ISSN 3030-3907

etilgan. Sathni o‘lchash natijalariga geometrik parametrlar, optik muhit tavsiflari hamda tashqi omillarning ta’sirini hisobga olish imkonini beruvchi optoelektron o‘lchash kanalining umumlashtirilgan strukturaviy modeli ishlab chiqilgan.

**Kalit so‘zlar:** optoelektron sath o‘lchagich, sathni o‘lchash, sezgir element, optoelektron datchik, matematik modellashtirish, signal tahlili, o‘lchash o‘zgartirgichi, metrologik tavsiflar, o‘lchashlarni avtomatlashtirish, sanoat monitoringi, optik sensorlar, intellektual o‘lchash tizimlari.

**Abstract.** This article addresses the issues of modeling and analysis of sensing elements used in optoelectronic instruments for measuring the level of liquid and bulk media. A review of modern optoelectronic level meter designs based on optical radiation sources and receivers is presented. The operating characteristics of sensing elements that determine the accuracy, sensitivity, and reliability of measurements under various operating conditions are investigated. A generalized structural model of an optoelectronic measurement channel has been developed, making it possible to take into account the influence of geometric parameters, optical medium characteristics, and external factors on level measurement results.

**Keywords:** optoelectronic level meter, level measurement, sensing element, optoelectronic sensor, mathematical modeling, signal analysis, measurement transducer, metrological characteristics, measurement automation, industrial monitoring, optical sensors, intelligent measurement systems.

**ВВЕДЕНИЕ.**

Контроль и измерение уровня жидких, сыпучих и вязких сред являются важнейшими задачами современной промышленной автоматизации. Достоверная информация о текущем уровне технологической среды необходима для обеспечения безопасности производственных процессов, повышения эффективности использования ресурсов, предотвращения аварийных ситуаций и поддержания требуемых режимов работы оборудования. Средства измерения уровня широко применяются в нефтегазовой, химической, пищевой, энергетической и водохозяйственной отраслях промышленности, где к точности и надёжности измерений предъявляются повышенные требования. В настоящее время для измерения уровня используются различные методы, основанные на механических, гидростатических, ультразвуковых, радиоволновых, ёмкостных и оптических принципах действия. Среди них особый интерес представляют оптоэлектронные средства измерения уровня, которые отличаются высокой чувствительностью, быстродействием, устойчивостью к электромагнитным помехам, возможностью бесконтактного контроля и сравнительно простой интеграцией в автоматизированные системы управления технологическими процессами.


ISSN 3030-3907

Основным элементом оптоэлектронных уровнемеров является чувствительный элемент, обеспечивающий преобразование изменения уровня контролируемой среды в электрический сигнал, пригодный для дальнейшей обработки. Метрологические характеристики измерительного устройства в значительной степени определяются конструкцией чувствительного элемента, параметрами источников и приёмников оптического излучения, характеристиками измеряемой среды и условиями эксплуатации. Поэтому исследование процессов взаимодействия оптического излучения с контролируемой средой и анализ характеристик чувствительных элементов являются актуальными задачами при разработке современных измерительных систем. Развитие вычислительной техники и методов математического моделирования создаёт широкие возможности для исследования оптоэлектронных измерительных систем на этапе проектирования. Использование моделей позволяет оценить влияние различных факторов на точность измерений, оптимизировать конструктивные параметры чувствительных элементов, снизить затраты на проведение экспериментальных исследований и повысить эффективность разработки новых приборов.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Для исследования характеристик оптоэлектронных средств измерения уровня использовались методы системного анализа, математического моделирования и теории измерительных преобразователей. Объектом исследования являлись чувствительные элементы оптоэлектронных уровнемеров, предназначенные для контроля уровня жидких и сыпучих сред в промышленных технологических процессах.

В качестве основы исследования была разработана обобщённая структурная схема оптоэлектронного измерительного канала, включающая источник оптического излучения, чувствительный элемент, контролируемую среду, фотоприёмник, блок обработки сигналов и устройство отображения результатов измерения. Работа чувствительного элемента рассматривалась как процесс преобразования изменения уровня контролируемой среды в изменение параметров оптического сигнала, регистрируемого фотоприёмником.

Для анализа процессов распространения оптического излучения использовались положения геометрической и физической оптики, учитывающие отражение, преломление, рассеяние и поглощение света в контролируемой среде. В ходе моделирования принималось, что интенсивность оптического сигнала зависит от расстояния распространения излучения, коэффициента поглощения среды, её прозрачности и


ISSN 3030-3907

геометрических параметров измерительной системы. На рисунке 1 представлена обобщённая структурная схема оптоэлектронного устройства, предназначенного для лазерно-оптического приёма телевизионного сигнала. Наличие в его составе системы температурного контроля, а также средств измерения уровня сигнала свидетельствует о компактности конструкции и её технологической реализуемости.

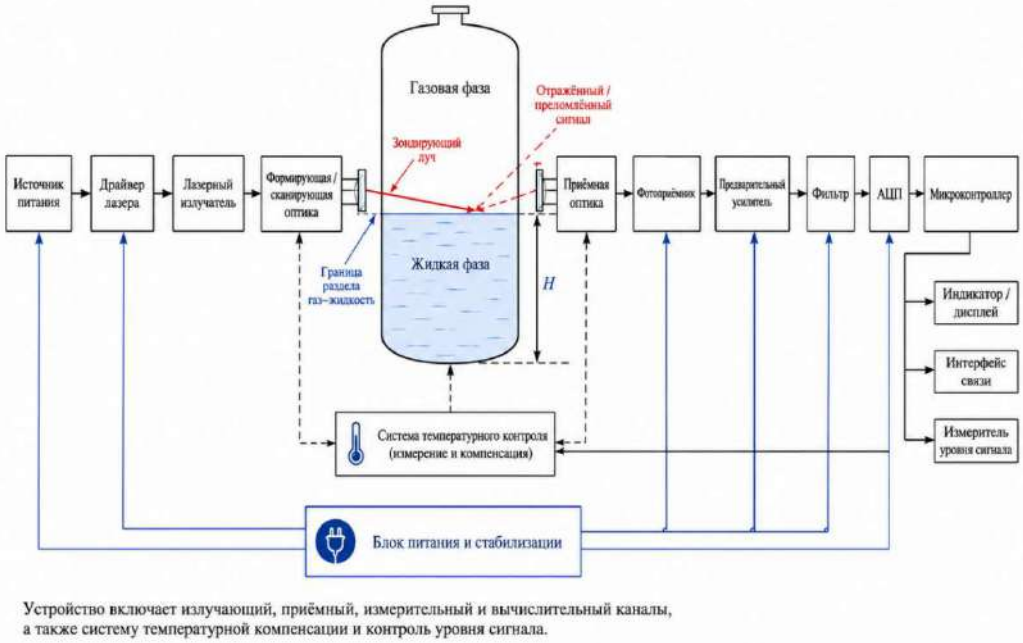



**Рис. 1. Обобщённая структурная схема оптоэлектронного уровнемера жидких сред**

Неполяризованная система включает лазерный дальномер, телевизионную (или фотокамеру) камеру и блок лазерной подсветки, оснащённый диафрагмой. Управление работой всех элементов осуществляет контроллер. Контроллер соединён с компьютером, который принимает информацию о координатах от дальномера и камеры. Формируемые измерительными преобразователями сигналы далее передаются в компьютер для последующей обработки.

При применении фотодетекторов в типовых измерительных системах, работающих совместно с ЭВМ, необходимо учитывать их метрологические параметры. Одним из основных требований при выборе лазерных датчиков является обеспечение стабильного и надёжного обмена данными между измерительными преобразователями и вычислительным блоком.

Лазерные дальномеры появились почти одновременно с созданием лазеров. Возможность бесконтактно измерять расстояние в широком диапазоне оказалась полезной для решения множества задач. Изначально подобные устройства нашли применение в военной технике — в системах наведения танков, вертолётов, самолётов и пехотных подразделений. В


ISSN 3030-3907

дальнейшем лазерные дальномеры были адаптированы для гражданских применений, включая геодезические работы, промышленные измерения и системы мониторинга уровня жидкостей в резервуарах.

Передача результатов измерений на компьютер осуществляется по каналу Bluetooth или через интерфейс USB, что обеспечивает оперативный обмен данными и их оперативную обработку.

В таблице 1 приведены основные характеристики лазерных дальномеров, используемых в составе оптоэлектронных уровнемеров. Помимо высокой точности и надёжности, датчики уровня должны обладать компактными размерами, поэтому предпочтение следует отдавать устройствам с минимальной массой и небольшими габаритами.

**Таблица1.**

**Основные технические характеристики лазерных дальномеров**

| Технические характеристики | Agatec AGATA PE | EcoDist Plus | Stabila LD 300 | Stabila LE 20 | EcoDist | Leica DISTO D3 | Leica DISTO A6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Точность, мм | ±1,5 | ±2 | ±2 | ±5 | ±5 | ±1 | ±1,5 |
| Дальность без отражателя, м | 0,05–60 | 30 | 30 | 30 | 30 | 80 | 70 |
| Дальность с отражателем, м | 0,05–60 | 0,1–30 | 0,1–30 | 0,20–30 | 0,2–30 | 0,05–100 | 0,05–200 |
| Время одиночного измерения, с | 0,5–4 | 0,5–4 | 0,5–4 | 0,5–4 | 0,5–4 | 0,5–4 | 0,5–4 |
| Ячеек памяти, шт. | 10 | — | — | — | — | 20 | 20 |
| Диаметр лазерного пятна, мм/м | 6/10, 30/50 | 6/10 | 6/10 | 6/10 | 6/10 | 6/10, 30/50 | 6/10, 30/50 |
| Интерфейс передачи данных | — | — | — | — | — | — | Bluetooth |


ISSN 3030-3907

| Технические характеристики | Agatec AGATA PE | EcoDist Plus | Stabila LD 300 | Stabila LE 20 | EcoDist | Leica DISTO D3 | Leica DISTO A6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Единицы измерения | м, дюймы | м, дюймы | м, дюймы | м, дюймы | м | м, дюймы | м, дюймы |
| Диапазон рабочих температур, °C | 0 до +40 | 0 до +40 | 0 до +40 | +5 до +40 | +5 до +40 | −10 до +50 | −10 до +50 |
| Длина волны, нм | 635 | 635 | 635 | 635 | 635 | 635 | 635 |
| Вес с батареями, г | 100 | 100 | 110 | 155 | 155 | 110 | 270 |
| Защита от дождя/пыли (IP) | IP54 | IP40 | — | IP40 | IP40 | IP54 | IP54 |

Анализ данных таблицы 1 показывает, что наилучшим сочетанием точности (±1 мм), дальности измерения (до 100 м) и функциональных возможностей обладают приборы серии Leica DISTO. Наличие встроенного угломера с точностью ±0,15° и интерфейса Bluetooth в моделях старшей линейки позволяет использовать их в автоматизированных системах контроля уровня без дополнительной коммутационной аппаратуры.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.**

В конкретном образце уровнемера для жидкостей использован дальномер DISTO D3, который излучает луч, определяющий границы жидкости. Плотность измеряемой жидкости может варьироваться. Для проведения измерений могут использоваться различные методы — импульсный, фазовый и частотный. Выбор метода определяется требуемой точностью, дальностью действия и физическими свойствами контролируемой среды.

Конструкция лазерной рулетки иногда включает небольшой температурный датчик. Наличие такого элемента становится существенным для оценки погрешности измерений в условиях эксплуатации на открытом воздухе при изменяющихся температурных условиях.

Ключевыми составляющими современных уровнемеров выступают телекамеры, чьи технические параметры в последние годы активно


ISSN 3030-3907

развиваются. В основном в этих камерах используются ПЗС-матрицы с разностной оптической схемой (лазерные датчики с зарядовой связью). Они состоят из множества чувствительных к свету кремниевых фотодиодов, обеспечивающих высокое пространственное разрешение и чувствительность в широком спектральном диапазоне.

Обычно показатели этих средств определяются следующими значениями: длина волны около 650 нм и мощность 1 мВт соответственно. Продолжительность таких импульсов обычно составляет около 10–20 наносекунд. Энергия одного импульса, как правило, не превышает 1 Дж и чаще всего находится на уровне сотен миллиджоулей.

При отсутствии специальных технологических решений длительность формируемых импульсов может составлять порядка 2 нс, однако в этом случае энергия каждого импульса, как правило, ограничивается значением около 10–20 мДж. Эти характеристики определяют разрешающую способность системы по дальности и точность определения границы раздела фаз при измерении уровня жидкостей.

В таблице 2 показаны изменения параметров некоторых моделей видеокамер при разном коэффициенте увеличения. Самые важные характеристики видеокамер — это разрешение, светочувствительность и изменение фокусного расстояния .

**Таблица 2.**

**Технические характеристики цифровых видеокамер, применяемых в оптоэлектронных уровнемерах**

| Параметр | Canon Powershot G1 | Minolta Dimage 7 | Nikon Coolpix 995 | Olympus E-10 |
|---|---|---|---|---|
| Тип | Цифровая фотокамера | Цифровая фотокамера | Цифровая фотокамера | Цифровой зеркальный фотоаппарат |
| Видео | PAL/NTSC | PAL/NTSC | NTSC или PAL (по выбору) | PAL, разъём для внешнего микрофона |
| Максимальное разрешение | 2048×1536; 640×480 | 2560×1920 | 2048×1536; 1600×1200; 640×480 | 2240×1680; 1600×1200; 1024×768 |


ISSN 3030-3907

| Параметр | Canon Powershot G1 | Minolta Dimage 7 | Nikon Coolpix 995 | Olympus E-10 |
|---|---|---|---|---|
| Память в комплекте | CompactFlash 16 МБ | CF Type II | CompactFlash 16 МБ | CompactFlash 16 МБ |
| Связь с компьютером | USB, RS-232C | USB | USB | USB |
| Объектив | f = 7–21 мм (34–102 мм экв.), F/2–2,5 | f = 28–196 мм | 4× Zoom Nikkor f = 8–32 мм, F/2,6–5,1 | f = 9–36 мм (35–140 мм экв.), F/2,0–2,4 |
| Светочувствительность | ISO 50, 100, 200, 400, авто | до ISO 800 | ISO 100, 200, 400, 800 | ISO 50, 100, 200 |
| Вес, г | 420 | 595 | 390 | 575 |
| Размеры, мм | 119,7×76,8×63,8 | 117×91×113 | 138×82×40 | 120×86×152 |

Приведённые в таблице 2 характеристики свидетельствуют о том, что для задач контроля уровня жидкости наиболее предпочтительными являются камеры с разрешением не менее 1600×1200 пикселей и светочувствительностью до ISO 400. Компактные размеры и небольшой вес обеспечивают интеграцию камеры непосредственно в корпус измерительного прибора.

**ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.**

Проведённый анализ показал, что оптоэлектронные уровнемеры на основе лазерных дальномеров обеспечивают высокую точность и оперативность измерения уровня жидкостей. Установлено, что выбор метода измерения (импульсного, фазового или частотного) определяется требованиями к точности, диапазону измерений и характеристиками контролируемой среды. Показано, что наличие встроенных температурных датчиков позволяет учитывать влияние внешних условий и снижать погрешность измерений. Определено, что применение современных телекамер на основе ПЗС-матриц способствует повышению чувствительности и пространственного разрешения измерительной системы. Использование лазерного излучения с оптимальными параметрами обеспечивает надёжное функционирование уровнемеров в широком диапазоне эксплуатационных условий.


ISSN 3030-3907

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 8.595-2004 Масса нефти и нефтепродуктов. Общие требования к методикам выполнения измерений. - М.: Стандартинформ, 2006. - 18 с.
2. Джексон, Р.Г. Новейшие датчики / Р.Г. Джексон. - М.: Техносфера, 2007.- 384 с.
3. P. Mohindru, "Development of liquid level measurement technology: A review," Flow Measurement and Instrumentation, vol. 89, Mar. 2023, Art. no. 102295, https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2022.102295.
4. Study on level sensor with magnetic liquid August 2006 Gongneng Cailiao/Journal of Functional Materials 37(8):1220-1222
5. EMERSON Process Management [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.metran.ru (дата обращения 15.07.2014).
6. Yin, L.; Qin, Y.; Liu, X.-W. A new interface weak-capacitance detection ASIC of capacitive liquid level sensor in the rocket. Mod. Phys. Lett. B 2017.
7. Pal A.; Kalyan, U.P.; Harika, C.M.; Vasuki, B. Capacitive Sensor for Level Measurement in Hopper/Silos—Experimental Evaluation. In Proceedings of the International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICICT), Kannur, India, 5–6 July 2019.
8. Hao, H.-H.; Xiong, J.-Q. A method of liquid level measurement based on ultrasonic echo characteristics. In Proceedings of the 2010 International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM 2010), Taiyuan, China, 22–24 October 2010; Institute of Electrical and Electronics Engineers(IEEE): Piscataway, NJ, USA, 2010; Volume 11, pp. V11–V682.


ISSN 3030-3907