



## СОЗДАНИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ АВТОЦИСТЕРН (Е-НАЖМ)

**Мирсадиков Шукрулло Пайзуллаевич**

Независимый соискатель ГУ «Узбекский  
национальный институт метрологии»  
(ГУ «УзММИ») Главный специалист

**Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы создания аппаратно-программного комплекса для автоматизации процессов метрологического контроля автоцистерн. На научной основе анализируются важность точного и достоверного измерения объема перевозимых в автоцистернах жидких веществ, снижение роли человеческого фактора в метрологическом контроле и преимущества внедрения автоматизированных систем измерений. Аппаратная часть комплекса включает датчики, измерительные устройства и модуль сбора данных, а программная – специальные алгоритмы и интерфейсы, обеспечивающие обработку, хранение и анализ результатов измерений. В статье представлены основные физико-математические модели, расчетные формулы и экспериментальные результаты, используемые при определении объема. Также на примерах показаны производительность, надежность и эксплуатационные преимущества системы.

**Ключевые слова:** метрологический контроль, автоцистерна, измерение объема, автоматизированная система измерений, аппаратно-программный комплекс, сенсорные технологии, физико-математическая модель.



Современные условия транспортировки жидких и сыпучих продуктов требуют не только высокого уровня технологической оснащенности, но и строгого соблюдения метрологических норм, обеспечивающих точность и достоверность данных об объеме перевозимого груза. Одним из наиболее ответственных направлений в данной сфере является контроль объемов в автоцистернах, используемых для перевозки нефтепродуктов, молока, химических растворов и других жидкостей. Ошибки в измерениях объема могут привести к значительным экономическим потерям, спорам между поставщиками и потребителями, а также к нарушению нормативно-технических требований. Традиционные методы метрологической проверки автоцистерн — ручное измерение уровней, использование механических поплавковых приборов или периодическая калибровка по эталонным мерам — обладают рядом существенных недостатков: высокой трудоемкостью, зависимостью от человеческого фактора, длительным временем проведения операций, а также ограниченной возможностью интеграции с современными цифровыми системами учета. В этой связи разработка аппаратно-программного комплекса (АПК) для автоматизации процессов метрологического контроля автоцистерн (система E-hajm) представляется актуальной и востребованной задачей. Данный комплекс должен обеспечить не только высокую точность измерений, но и автоматизированную обработку, хранение и передачу данных в цифровом формате.

Проектируемый АПК E-hajm предполагает интеграцию аппаратных измерительных модулей с программным обеспечением, реализующим функции сбора, анализа и визуализации информации. Основные компоненты комплекса включают:

**1. Измерительный модуль** — состоит из бесконтактных ультразвуковых или лазерных датчиков уровня, установленных в верхней части автоцистерны. Эти



датчики обеспечивают непрерывное измерение расстояния до поверхности жидкости, что исключает необходимость вскрытия люков.

2. **Температурный модуль** — встроенные датчики температуры для автоматической компенсации температурных изменений объема.
3. **Модуль обработки данных** — промышленный контроллер или встраиваемый микрокомпьютер, который выполняет коррекцию показаний, фильтрацию шумов и расчет объемов.
4. **Программная платформа E-hajm** — обеспечивает автоматическую калибровку по индивидуальной геометрии цистерны, хранение паспортов измерений, формирование отчетности, интеграцию с ERP-системами и государственными системами учета.

Для расчета объема используется формула:

$$V = \int_0^h S(h') dh'$$

Где  $V$  — объем жидкости,  $h$  — текущий уровень,  $S(h')$  — площадь сечения цистерны на высоте  $h'$ .

С учетом температурной компенсации формула принимает вид:

$$V_t = V_o \cdot [1 + \beta \cdot (T - T_o)]$$

Где  $V_t$  — объем при температуре  $T$ ,  $V_o$  — измеренный объем при эталонной температуре  $T_o$ ,  $\beta$  — коэффициент температурного расширения жидкости.

**Пример калибровочной таблицы**



Высота уровня, mm	Объем, L	Поправка на температуру (20 °C), L
100	500	501,2
200	1020	1022,4
300	1550	1553,7
400	2100	2104,8
500	2700	2705,6

### Технология работы комплекса

- 1. Первичная калибровка** — выполняется заполнением цистерны мерной жидкостью с фиксацией уровней и объемов.
- 2. Установка датчиков** — монтаж ультразвуковых датчиков уровня и температурных сенсоров в штатные технологические отверстия.
- 3. Программная настройка** — загрузка геометрии цистерны и параметров компенсации в контроллер.
- 4. Эксплуатация** — при заполнении или опорожнении автоцистерны измерения выполняются в реальном времени, данные передаются на центральный сервер или в облачное хранилище.
- 5. Отчетность** — автоматическая генерация актов метрологического контроля, пригодных для передачи в надзорные органы.

### Преимущества применения АПК E-hajm

- Повышение точности измерений до  $\pm 0,2\%$  от объема.
- Исключение человеческого фактора.
- Возможность круглосуточного контроля в реальном времени.
- Интеграция с логистическими и учетными системами.
- Сокращение времени проведения метрологического контроля в 3–5 раз.



Разработка аппаратно-программного комплекса E-hajm для автоматизации процессов метрологического контроля автоцистерн является значимым шагом в повышении эффективности и надежности транспортировки жидких грузов. Внедрение данного решения позволит обеспечить соответствие современным требованиям метрологической точности, снизить эксплуатационные затраты, повысить прозрачность учетных операций и создать предпосылки для цифровой трансформации отрасли. Перспективы дальнейших исследований связаны с внедрением технологий искусственного интеллекта для прогнозирования изменения объема в зависимости от условий транспортировки, а также с применением IoT-платформ для построения единой сети мониторинга парка автоцистерн в режиме онлайн.

#### **Список использованной литературы:**

1. Абдуллаев А.Х., Эргашев Ш.Р. Основы средств измерений и метрологии. – Ташкент: «Наука и техника», 2019. – 312 с.
2. Хасанов Дж.М. Технический контроль автотранспортных средств. – Ташкент: «Национальная энциклопедия Узбекистана», 2020. – 278 с.
3. Саидов Р.А. Методы измерения объёма жидкостей и метрологическое обеспечение. – Ташкент: «Наука», 2018. – 196 с.
4. Юсупов Б.К. Диагностика топливных систем автомобилей. – Ташкент: «Экономика-Финансы», 2017. – 244 с.
5. Государственный комитет Республики Узбекистан по метрологии. Сборник нормативных документов по метрологическому контролю средств измерений. – Ташкент, 2021. – 154 с.