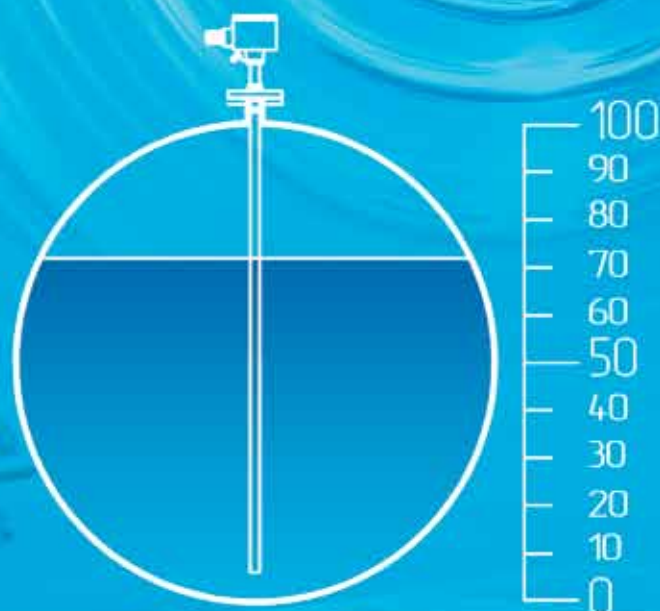


Акустические  
Измерительные Системы - НН



НОВАЯ РАЗРАБОТКА

**Система для расчета  
массы жидкости  
в цистернах**



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ

**Электроника  
для одноточечных  
сигнализаторов уровня**



Телефон офиса

+7 (831) 420-52-20

Электронная почта

[info@aisnn.com](mailto:info@aisnn.com)

Адрес производства

603052, Н. Новгород,  
Сормовское шоссе, 24к2

# Новая система для расчета массы жидкости в цистернах



Система контроля технологических параметров (СКТП), разработанная коллективом ООО АИС-НН, служит для автоматического расчета объема нефти или сжиженного газа в цистернах. В статье рассказано, как осуществляется расчет, приведены формулы и технические чертежи.

ООО «Акустические Измерительные Системы – НН»,  
г. Нижний Новгород

## О компании АИС-НН

Компания из Нижнего Новгорода ООО «Акустические Измерительные Системы – НН» (ООО АИС-НН) всегда обладала мощным научным потенциалом и занималась производством продукции, основанной на собственных разработках. Ее основали сотрудники Нижегородского Государственного технического университета им. Р.Е.Алексеева: профессор, доктор технических наук Владимир Иванович Мельников и его ученики.

Группа ученых под руководством В.И. Мельникова специализировалась на ультразвуковых системах контроля параметров теплоносителя ядерных энергетических установок, поэтому

компания АИС-НН начала свою работу с создания ультразвуковых приборов для контроля технологических сред в экстремальных условиях. Сегодня они широко применяются на объектах атомной промышленности. Со временем сфера деятельности компании расширилась, и было начато новое направление: разработка ультразвуковых сигнализаторов уровня жидкости СЖУ, которые являются частью автоматизированной системы налива и предназначены для работы на объектах нефтяной и газовой отраслей промышленности. Автоматизация требует применения специального программного обеспечения, которое учитывает все особенности техноло-

гического процесса. И здесь коллектив компании, в котором сегодня работают высококвалифицированные математики-программисты, опять демонстрирует свои научные возможности.

В статье рассказано о математических решениях, примененных в новой автоматизированной системе контроля технологических параметров, построенной на базе рефлекс-радарного ультразвукового прибора контроля уровня жидкости СЖУ-1-ВУ-2.

## Описание решения

ООО «АИС-НН» разработало новую систему контроля технологических параметров (СКТП). Она состоит из уровнемера СЖУ-1-ВУ-2 (рис. 1),



Рис. 1. Уровнемер СЖУ-1-ВУ-2

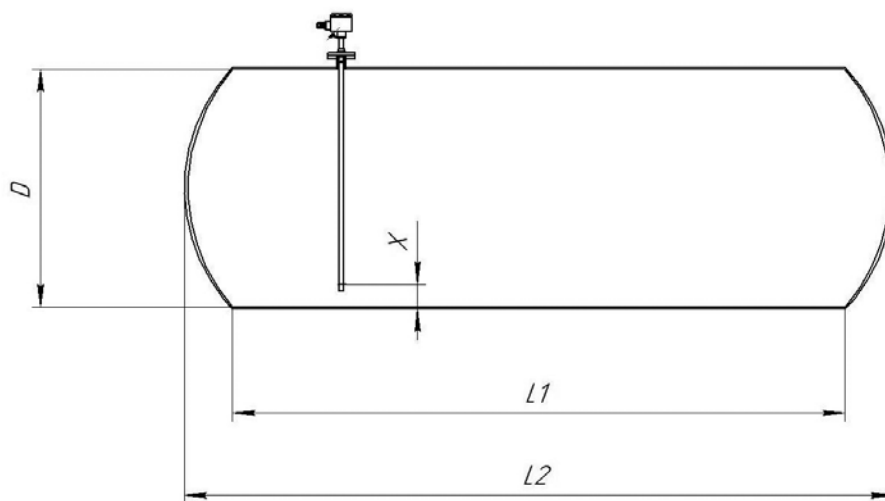


Рис. 2. Схематичное изображение емкости с геометрическими параметрами

электроцита со встроенным вторичным преобразователем и ЖК-дисплеем. Расчет массы производится по формуле (1):

$$m = \rho \cdot V \quad (1)$$

Плотность жидкости задается в программе вручную (у пользователя есть возможность изменять параметры в программе через коннектор). В дальнейшем по желанию заказчика можно дополнить систему датчиками давления и температуры для математического расчета плотности сжиженных газов.

Расчет объема происходит автоматически с учетом геометрии цистерны. Рационально будет разделить емкость на несколько частей, отличающихся друг от друга (рис. 2), а именно на цилиндр и два полуэллипса (на данной цистерне отсутствует горловина). Чертежи для расчета объема приведены на рис. 3.

Сначала определим объем цилиндрической части цистерны (рис. 3а). С учетом геометрических соображений итоговая формула для расчета объема цилиндра имеет следующий вид (2).

Для эллиптической части цистерны (рис. 3б) была получена формула (3).

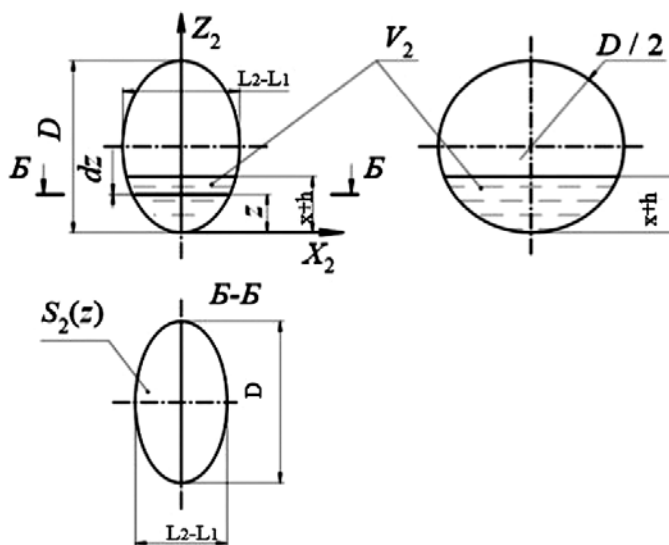
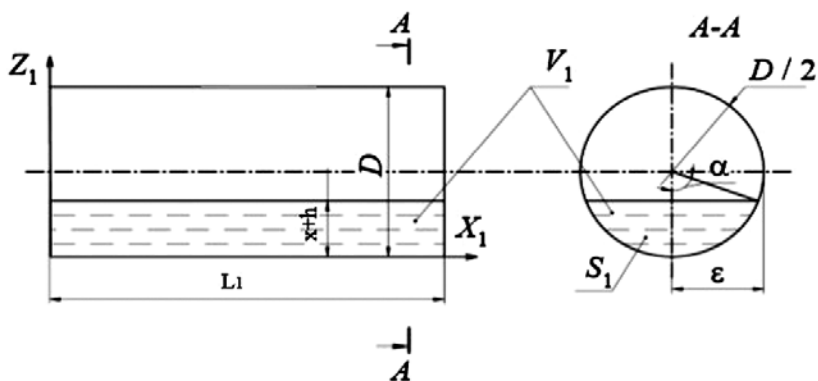


Рис. 3. Чертеж цилиндрической и эллиптической частей цистерны

$$V_1 = L_1 \left( \frac{D}{4} \right) \arccos \left( \frac{D-2(X+h)}{2} \right) - \frac{D-2(X+h)}{2} \cdot \sqrt{D(X+h) - (X+h)^2} \quad (2)$$

$$V_2 = \pi \frac{L_2-L_1}{D} \left( \frac{D(X+h)^2}{2} - \frac{(X+h)^3}{3} \right) \quad (3)$$

$$V = L_1 \left( \frac{D^2}{4} \arccos \frac{D-2(X+h)}{D} - \frac{D-2(X+h)}{2} \sqrt{D(X+h) - (X+h)^2} \right) + \pi \frac{L_2-L_1}{D} \left( \frac{D(X+h)^2}{2} - \frac{(X+h)^3}{3} \right) \quad (4)$$

Итоговый объем определяется как сумма объемов цилиндрической и эллиптической частей по формуле (4).

Внешний вид окна программы представлен на рис. 4. Оно состоит из двух частей. Первое является основным, здесь выведены показания с уровнемера (уровень жидко-

сти в процентах и в метрах), а также расчетная масса жидкости. В правой половине данного окна можно наблюдать за заполнением емкости в режиме реального времени посредством анимации.

Во втором окне содержатся чертежи цистерны с обозначенными гео-

метрическими параметрами. У пользователя есть возможность менять все значения с учетом конкретной емкости и среды. После изменения параметров необходимо нажать кнопку «Записать в EEPROM».

Благодаря данной системе появляется новая альтернатива определения

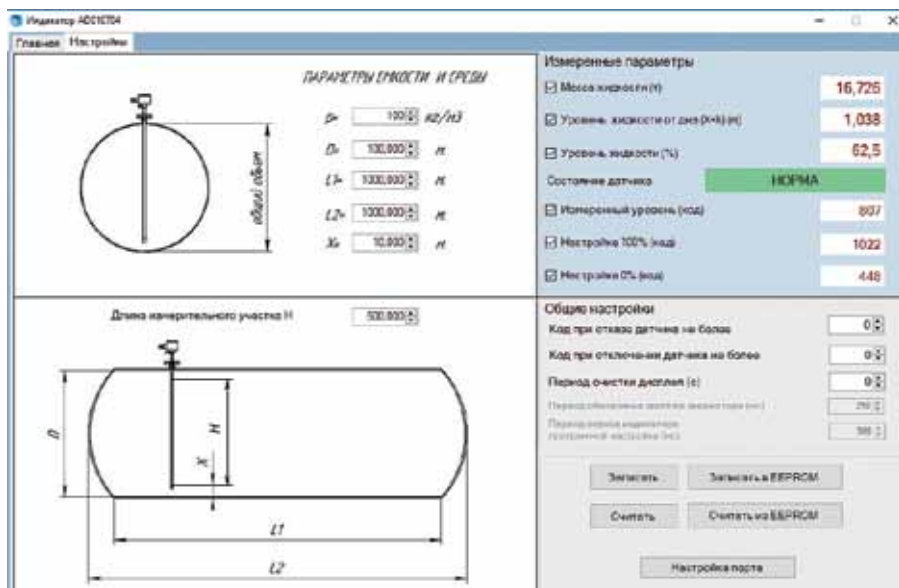
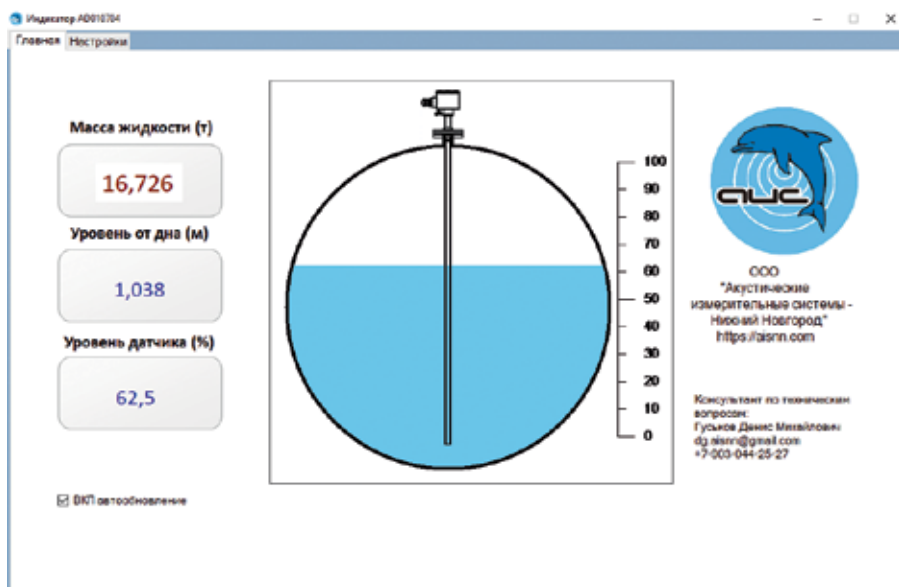


Рис. 4. Окно программы расчета массы

массы для предприятий, работающих с цистернами, наполненными различными жидкостями. Безоговорочным преимуществом данного метода является его точность, а сам прибор неприхотлив в эксплуатации и обслуживании по сравнению с аналогичными изделиями компаний-конкурентов. Еще одно преимущество – многофункциональность, поскольку можно определить как массу жидкости в емкости, так и занимаемый ею объем, и уровень жидкости, причем эти данные поступают в режиме реального времени. Таким образом, СКТП является чрезвычайно выгодным и рациональным приобретением для компаний, занятых в указанной сфере.

#### Новое поколение электроники для одноточечных сигнализаторов уровня

Компания ООО «Акустические Измерительные Системы – НН» разработала новое поколение печатных плат для одноточечных сигнализаторов. В новой версии приборов присутствует функция самодиагностики состояния чувствительного элемента, платы и напряжения питания. Также стала доступна опция выходного сигнала – Hart-протокол.

Научный коллектив компании «АИС-НН» не стоит на месте и всегда готов адаптировать свою новую разработку под емкости особой формы по заявке заказчика.

ООО «Акустические Измерительные Системы – НН», г. Нижний Новгород,  
тел.: +7 (831) 420-52-20,  
e-mail: info@aisnn.com  
сайт: aisnn.com



[vk.com/journal\\_isup](https://vk.com/journal_isup)  
ВКонтакте



[facebook.com/isup.ru](https://facebook.com/isup.ru)  
Фейсбук



[zen.yandex.ru/isup](https://zen.yandex.ru/isup)  
Яндекс.Дзен

Все статьи в свободном доступе