

УДК 681.51

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ РЕСУРСА ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ФОТОИОНИЗАЦИОННОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА**

Копошко Игорь Викторович  
магистрант  
E-mail: kpskh-igr@rambler.ru

Копошко Георгий Викторович  
студент  
E-mail: koposchko@yandex.ru

Минлибаев Муслим Рафаэлевич  
кандидат физико-математических наук, доцент  
E-mail: muslimmr@rambler.ru  
*УГНТУ, Салават, Россия*

Рассмотрен многоуровневый подход при проверке калибровки, важность проведения данного мероприятия. Многоуровневый подход включает в себя: функциональную проверку, проверку в полевых условиях, полную калибровку, заводскую калибровку. Программное обеспечение, разработанное для отслеживания сроков калибровки позволит вовремя провести надлежащую проверку, что влечет за собой повышение безопасности предприятия. Регулярная проверка точности является необходимым мероприятием, поскольку она позволяет избежать потери чувствительности датчика. Потеря чувствительности возможна в результате воздействия негативно влияющих на датчик веществ или гасителей, которые могут присутствовать в исследуемой атмосфере, а также вследствие изнашивания, образования на датчиках покрытия или их иссушения, от механических повреждений вследствие падения или погружения устройства в жидкость, а также по другим причинам. На датчики горючих газов разрушительное воздействие могут оказывать газы в больших концентрациях, а также сульфиды, галогенные соединения, тетраэтилсвинец или силиконосодержащие смазки. На лампе и датчике устройств фотоионизационного датчика под воздействием тяжелых жиросодержащих и некоторых фосфоросодержащих соединений может образоваться покрытие, в то время как конденсация влаги может привести к травлению окна пропускания из кристалла соли в лампе

Ключевые слова: ТОЧНОСТЬ, ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ДАТЧИКА, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА, ПРОВЕРКА В

UDC 681.51

05.20.01-Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

**DEVELOPMENT OF A METHOD FOR ASSESSING THE RESOURCE OF A SENSITIVE ELEMENT OF A PHOTOIONIZATION GAS ANALYZER**

Koposhko Igor Viktorovich  
master student  
E-mail: kpskh-igr@rambler.ru

Koposhko Georgy Viktorovich  
student  
E-mail: koposchko@yandex.ru

Minlibaev Muslim Rafaelevich  
Candidate of physical and mathematical sciences, associate professor  
E-mail: muslimmr@rambler.ru  
*USPTU, Salavat, Russia*

The article considers a multilevel approach to calibration verification, as well as the importance of this event. The layered approach includes: bump test, field test, full calibration, factory calibration. Software designed to track calibration times will allow for due diligence to be carried out in time, resulting in increased plant safety. Checking accuracy regularly is essential to avoid loss of sensor sensitivity. Loss of sensitivity is possible as a result of exposure to substances poisonous for the sensor or extinguishers that may be present in the studied atmosphere, as well as due to wear, coating formation on the sensors or their drying, from mechanical damage due to falling or immersion of the device in a liquid, as well as for other reasons. Combustible sensors can be destructively affected by high concentrations of gases, sulfides, halogen compounds, tetraethyl lead or silicone greases. Heavy fat and some phosphorus compounds can form a coating on the lamp and sensor of the photoionisation sensor devices, while moisture condensation can etch the salt crystal window in the lamp

Keywords: ACCURACY, SENSOR SENSITIVITY, FUNCTIONAL CHECK, FIELD CHECK, FULL CALIBRATION, FACTORY CALIBRATION,

ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ, ПОЛНАЯ  
КАЛИБРОВКА, ЗАВОДСКАЯ КАЛИБРОВКА,  
ТРАВЛЕНИЕ, МНОГОУРОВНЕВЫЙ ПОДХОД,  
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР

ETCHING, MULTI-LEVEL APPROACH,  
MEASURING INSTRUMENT

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-167-006>

Точность измерения является важнейшим показателем работы фотоионизационного газоанализатора, от нее зависит безопасность работников производства и безопасность всего производства в целом. На точность измерения могут повлиять воздействия негативно влияющих на датчик веществ или гасителей, которые могут присутствовать в исследуемой атмосфере [1].

На данный момент точность измерения газоанализатора не отслеживается, лишь только производится калибровка раз в 180 дней, соответственно при нахождении датчика в среде с содержанием различных газов его точность измерения постепенно ухудшается, за несколько дней до даты назначенной калибровки датчик может выводить ложные показания, что может негативно повлиять на условия труда работников и на процесс производства в целом.

Датчики летучих органических соединений модели Detcon PI-700 представляют собой интеллектуальные датчики без необходимости открывать прибор, предназначенные для определения и мониторинга широкого ряда летучих органических соединений и токсичных газов в воздухе. Главной функцией датчика является метод автоматической калибровки, в ходе которой каждый шаг пользователя сопровождается подробными инструкциями на дисплее. Управляемая микропроцессором электроника размещается в герметичной конструкции во взрывозащищенном корпусе, который называется ИТМ (модуль интеллектуального трансмиттера). ИТМ имеет четырех символьный буквенно-цифровой светодиодный дисплей, на котором выводятся показания датчика, и ручной программный магнит для управления меню

<http://ej.kubagro.ru/2021/03/pdf/06.pdf>

датчика [2].

Разработанное программное обеспечение для датчика Detcon PI-700, которое позволяет отследить его точность в зависимости от времени его работы. Программа будет рассчитывать точность текущего измерения учитывая количество достижений верхнего предела измерения газоанализатора за прошедшие месяцы т.е. от количества достижений верхнего предела измерения рассчитывает, насколько загрязнен чувствительный элемент и будет рассчитывать через какое время необходимо произвести калибровку. Пример зависимости точности прибора от срока работы представлен на рисунке 1.

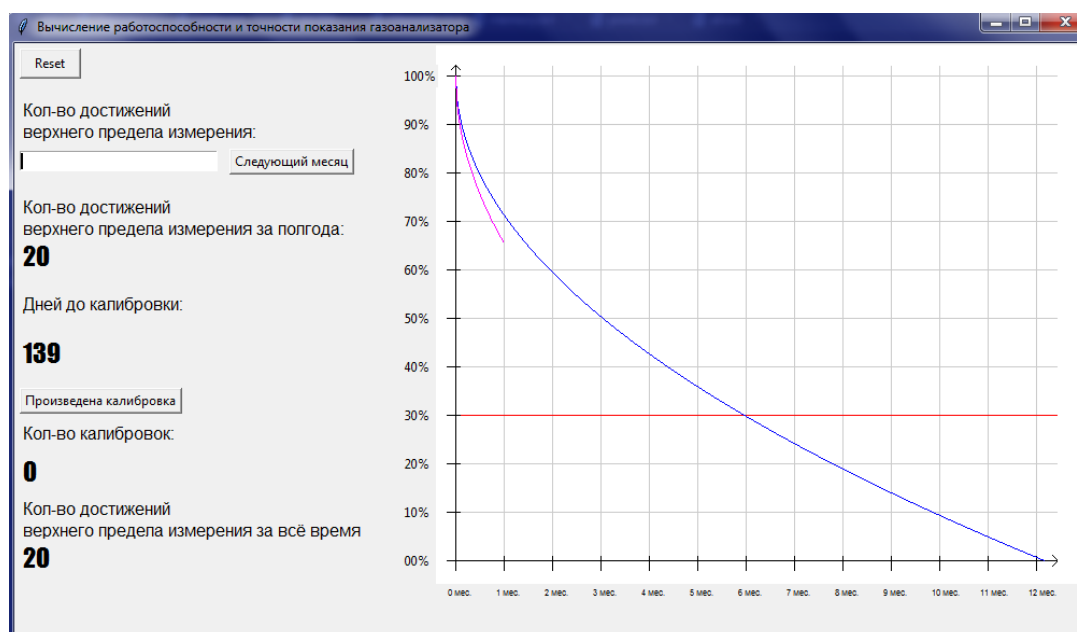


Рисунок 1 - Точность датчика от времени его работы

Красной прямой линией отмечена граница точности датчика, при которой необходимо провести калибровку прибора. На рисунке представлена реальная точность датчика, которая с течением времени отображается в виде криволинейной зависимости розового цвета с учетом количества достижений верхнего предела измерений за определенный период времени [3].

При достижении границы точности появляется предупреждение о необходимости осуществления калибровки датчика PI-700. Пример такого

сообщения показан на рисунке 2.

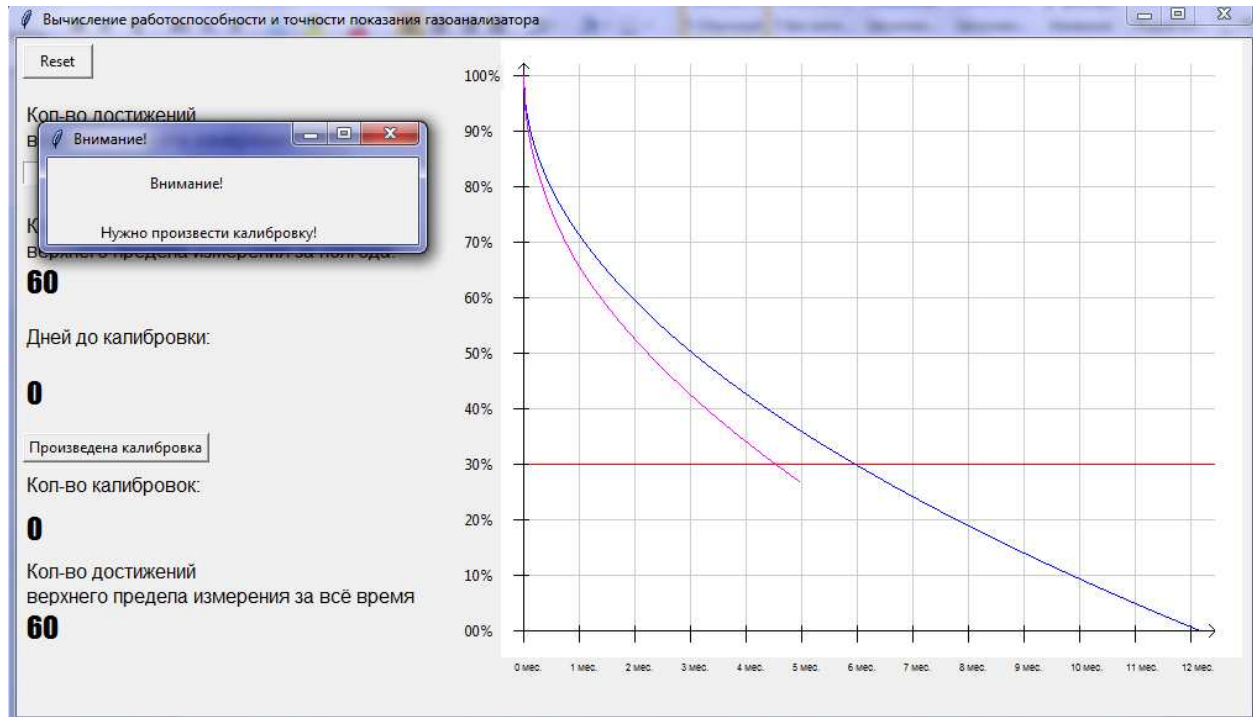


Рисунок 2 - Предупреждение о необходимости калибровки

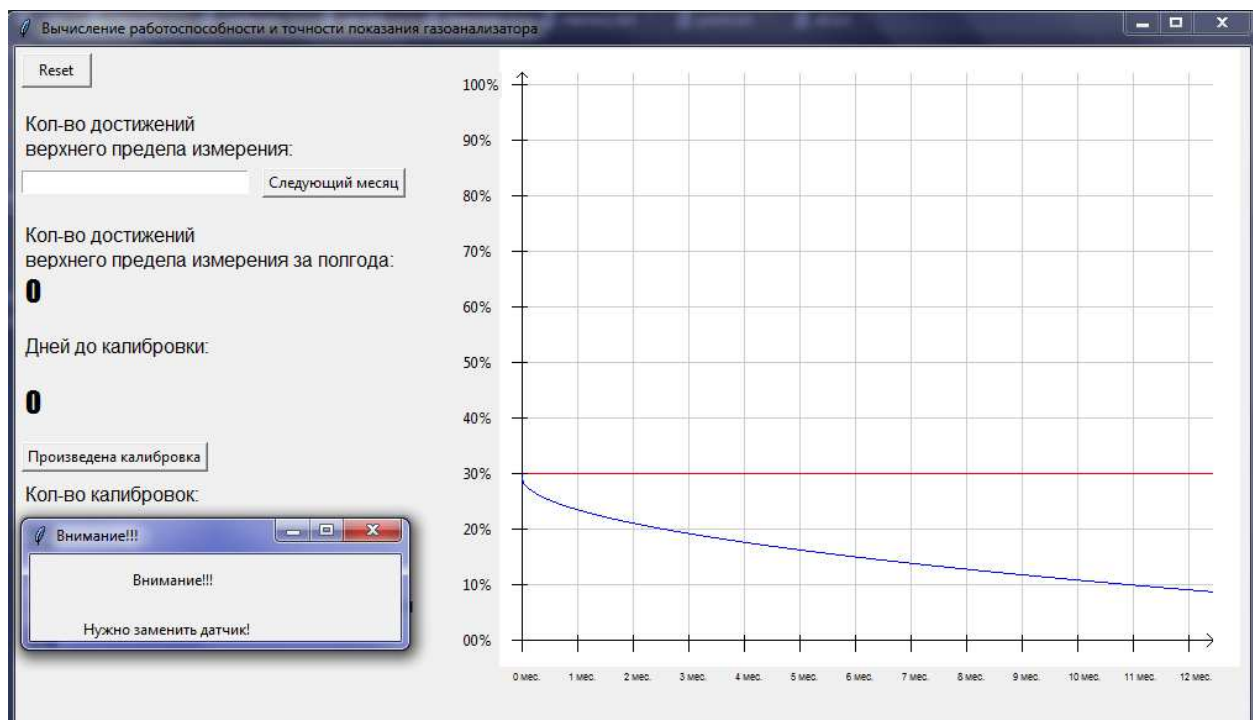


Рисунок 3 - Предупреждение о необходимости замены датчика

Синей кривой линией отмечена зависимость точности измерения

датчика от времени его работы в условиях не превышающих верхнего предела измерения концентраций газов. Начало кривой характеризует первоначальную точность измерения датчика, дальнейшее изменение положения начала кривой показывает изменение точности после калибровки в процессе эксплуатации датчика. Как только начало синей кривой линии опускается ниже предела в 30% точности программа сигнализирует о необходимости замены чувствительного элемента, т.к. точность измерения датчика ниже 30% на производстве считается неприемлемой из-за высоких показателей погрешности. Пример такого сообщения показан на рисунке 3.

Языком программирования был выбран Python потому, что он имеет множество встроенных библиотек (математические, аналитические, графические и др.), также он интуитивно понятен (\* - умножение, / - деление, `cos()` – косинус значения и т.п.). Он легко переводится в формат .exe с помощью специальной утилиты [3].

```
import tkinter
from tkinter import *
from math import sqrt
```

Рисунок 4 – Используемые библиотеки

```
def begin():
    global days, k, C, als, maig, seven
    Memory = open('memory.txt', 'r')
    data = Memory.read().split()
    days = data[0]
    Memory.close()

    Mem = open('Mem.txt', 'r')
    count = Mem.read().split()
    k = count[0]
    Mem.close()

    Calibr = open('Calibr.txt', 'r')
    Cal = Calibr.read().split()
    C = Cal[0]
    Calibr.close()

    Allsrab = open('all.txt', 'r')
    alls = Allsrab.read().split()
    als = alls[0]
    Allsrab.close()

    sev = open('sev.txt', 'r')
    seve = sev.read().split()
    seven = int(seve[0])
    sev.close()

    I = Label(text='', font='Impact 18')
    I.place(x=5, y=180)

    I1 = Label(text='', font='Impact 18')
    I1.place(x=5, y=270)

    I2 = Label(text='', font='Impact 18')
    I2.place(x=5, y=380)

    I3 = Label(text='', font='Impact 18')
    I3.place(x=5, y=450)

    CVG = Label(text=k, font='Impact 18')
    CVG.place(x=5, y=180)

    DC = Label(text=days, font='Impact 18')
    DC.place(x=5, y=270)

    KolCalib = Label(text=C, font='Impact 18')
    KolCalib.place(x=5, y=380)

    AaS = Label(text=als, font='Impact 18')
    AaS.place(x=5, y=450)
```

Рисунок 5 – Начало работы программы

```

for i in ps:
    r = int(i)
    t += r

ost = als - t

dy = 0
for i in range(len(ps)):
    h = 0
    g = 0
    if i != 0:
        dx1 = (i) * 45
        dx2 = (i) * 45
        dy1 = sqrt(dx1) * 19.23 * (1 + float(ps[i - 1]) / 100) / (1 + ost / 650)\
            / (seven**2 * 0.0008 + 1) + ost * 0.35 + seven * 45 / 10
        dy2 = sqrt(dx2) * 19.23 * (1 + float(ps[i]) / 100) / (1 + ost / 650)\
            / (seven**2 * 0.0008 + 1) + ost * 0.35 + seven * 45 / 10
        dy = dy2 - dy1 + dy
    if i == 0:
        for j in range(20 + i * 45, 20 + i * 45 + 45, 1):
            x1 = j - 20
            x2 = j - 19
            y1 = (sqrt(x1)) * 19.23 * (1 + float(ps[i]) / 100) / (1 + ost / 650)\
                / (seven**2 * 0.0008 + 1) + ost * 0.35 + seven * 45 / 10
            y2 = (sqrt(x2)) * 19.23 * (1 + float(ps[i]) / 100) / (1 + ost / 650)\
                / (seven**2 * 0.0008 + 1) + ost * 0.35 + seven * 45 / 10
            if (y2 - dy + 30) >= 345:
                h = 1
            if (y2 - dy + 30) >= 480:
                g = 1
            canvas.create_line((20 + x1, y1 + 30), (20 + x2, y2 + 30), fill='#FF00FF')
            y3 = ost * 0.35
            canvas.create_line((20, y3 + 30), (20, ost * 0.35 + 30), fill='#FF00FF')
        else:
            for j in range(19 + i * 45, 19 + i * 45 + 45, 1):
                x1 = j - 20
                x2 = j - 19
                y1 = sqrt(x1) * 19.23 * (1 + float(ps[i]) / 100) / (1 + ost / 650)\
                    / (seven**2 * 0.0008 + 1) + ost * 0.35 + seven * 45 / 10
                y2 = sqrt(x2) * 19.23 * (1 + float(ps[i]) / 100) / (1 + ost / 650)\
                    / (seven**2 * 0.0008 + 1) + ost * 0.35 + seven * 45 / 10
                if (y2 - dy + 30) >= 345:
                    h = 1
                if (y2 - dy + 30) >= 480:
                    g = 1
                canvas.create_line((20 + x1, y1 + 30 - dy), ((20 + x2), y2 + 30 - dy), fill='#FF00FF')
    if h == 1:
        calibr()
    if g == 1:
        break

```

Рисунок 6 – Функция построения графика

Благодаря данной программе возможно своевременное сообщение работникам о необходимости проведения поверочных мероприятий, что позволяет существенно повысить безопасность предприятия и его

работников за счет увеличения точности работы газосигнализаторов.

### Список литературы

1. Федоров, Ю.Н. Основы построения АСУТП взрывоопасных производств. В 2-х томах. Т. 1 "Методология". – М.: СИНТЕГ, 2006. – 720 с
2. Руководство по эксплуатации [электронный ресурс]: URL: [http://metr-k.ru/files/products/detcon/pi700/ru\\_detcon\\_pi700\\_manual.pdf](http://metr-k.ru/files/products/detcon/pi700/ru_detcon_pi700_manual.pdf) (дата обращения: 12.05.2020).
3. Требования промышленной безопасности [электронный ресурс]: URL: <https://www.fsetan.ru/trebovaniya-pb/himicheskie-obekty/> (дата обращения: 12.05.2020).

### References

1. Fedorov, Ju.N. Osnovy postroeniya ASUTP vzryvoopasnyh proizvodstv. V 2-h tomah. T. 1 "Metodologija". – M.: SINTEG, 2006. – 720 s
2. Rukovodstvo po jekspluatacii [jelektronnyj resurs]: URL: [http://metr-k.ru/files/products/detcon/pi700/ru\\_detcon\\_pi700\\_manual.pdf](http://metr-k.ru/files/products/detcon/pi700/ru_detcon_pi700_manual.pdf) (data obrashhenija: 12.05.2020).
3. Trebovanija promyshlennoj bezopasnosti [jelektronnyj resurs]: URL: <https://www.fsetan.ru/trebovaniya-pb/himicheskie-obekty/> (data obrashhenija: 12.05.2020).