



**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА  
УНИВЕРСИТЕТ „ПРОФ. Д-Р АСЕН ЗЛАТАРОВ“ –  
ГР.БУРГАС  
ФАКУЛТЕТ ПО ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ  
КАТЕДРА КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**маг. инж. Екатерина Антонова Господинова**

**КОНЦЕПЦИИ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА РАЗПРЕДЕЛЕНИ  
ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ СЪС СПЕЦИАЛНО  
ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**На дисертационен труд за придобиване на  
образователна и научна степен „Доктор“  
по научна специалност: Комуникационна и  
компютърна техника**

**Научени ръководители:  
Проф. д-мн Гани Трендафилов Стамов  
Доц. д-р Станислав Денчев Симеонов**

**Ноември 2019  
гр. Бургас**

Дисертационният труд е обсъден на разширен катедрен съвет при катедра Компютърни системи и технологии, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“-гр. Бургас, на заседание, състояло се на 15.11.2019г. и е насрочен за разкриване на процедура за защита пред жури със заповед .....2019г. на Ректора на Университета.

Дисертационният труд съдържа 158 страници, 7 таблици и 49 фигури. В библиографията са включени 120 заглавия.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на .....2019г. в Университет „Проф. д-р Асен Златаров“-гр. Бургас.

Материалите за защитата са на разположение на интересувашите се в деловодството на Университет „Проф. д-р Асен Златаров“-гр. Бургас.

Автор: маг. инж. Екатерина Антонова Господинова

Тема: Концепции за изграждане на разпределени информационни системи със специално предназначение.

## СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ СЪКРАЩЕНИЯ

РИС - разпределени информационни системи

КИС - компютърна информационна система

DCS - Distributed control systems

PAC - процесните контролери

IFSF – International Forecourt Standards Forum

ЗДДС – закон за данък върху добавената стойност

НАП – национална агенция по приходите

GPS - Global Positioning System

LPG - Liquefied Petroleum Gas

ЕСФП –електронна система с фискална памет

LCD - Liquid Crystal Display

БИМ – Български институт по метрология

TCP/IP - Transmission Control Protocol / Internet Protocol

LON - local operating network

CNC - computer numerical control

LAN - Local Area Network

OSI - Open Systems Interconnection

ISO - International Organization for  
Standardization

XDR - eXtended Dynamic Range

NFS - Need for Speed

LLC - Limited Liability Company

MAC - Media Access Control

RAM - Random Access Memory

ROM - Read-only Memory

EPROM - Erasable Programmable Read-only  
Memory

I/O - input/output

ID - Identification Number

PWM - Pulse-width modulation

CSMA - Carrier sense multiple access

PCD - Portable Computing Device

## УВОД

Разработването и изследването на нови подходи и методи за управление и контрол в съвременните автоматизирани разпределени системи е един актуален научен проблем. Системите са монтирани в бензиностанциите. Те показват информация за горивото в резервоара: данни за течове, температура, плътност на продукта, обем на продукта, ниво на водата. Позволяват дистанционно отчитане и контролиране на горивото. Необходимо е да бъдат въведени съвременни начини за реализиране на дейностите.

Разпределените системи за управление (Distributed control systems - DCS) традиционно са възприемани като системи за процесен контрол, също и програмируемите логически контролери (PLCs) и са предпочитан метод за постигане на високоскоростен контрол върху дискретното производство. С последните достижения в развитието на разпределените системи за управление обаче тези граници започват да се размиват. Новите архитектури предлагат

комбинирана функционалност на процесно и високоскоростно дискретно управление чрез една-единствена платформа. Те обединяват множество различни оперативни процеси в единна среда за контрол. Фокусират се върху следенето на множество входящи променливи и изключително сложни алгоритми за управление, като същевременно се стремят да поддържат опростен потребителски интерфейс. Въпреки многото предимства, при използването на системи за измерване и управление на горива, има и редица трудности. Основните от тях са: влиянието на външни фактори върху флуида; допълнително преобразуване на изходния сигнал, така че да е удобен за дистанционно предаване; интегрирането на устройствата за контрол; голямото разнообразие от патентовани протоколи и конвертирането им, така че да са съвместими с наличната мрежа и устройства.

В дисертационния труд се изследват методи за изграждане на разпределени информационни системи на базата на комуникационен стандарт IFSF. За постигането на

тази цел в работата са поставени следните научни задачи:

- проучване на основните характеристики на топология LONWORKS ®;

- програмно и експериментално изследване, което включва комуникационен стандарт IFSF. В настоящия момент в България този стандарт не е разпространен и тази работа предлага начин за изграждане на единна система за дистанционно предаване на данни, стандартизация на съобщения и протоколи, които се използват в електронен превод, чрез стандарта IFSF;

- идентифициране на проблеми при проектиране и изграждане на интерфейс и софтуер за връзка с мрежова технологична платформа за автоматизирана нивомерна система LONWORKS ® и стандарта IFSF;

- разработване на разпределена информационна система за практическа реализация на непрекъснат контрол на нивото на резервоари за гориво;

- разработване на софтуер за следене и предаване на данни в бензиностанция.

Настоящата дисертационна тема е разработена във връзка с чл.118, ал.6 от ЗДДС. Принос за подобрието на конструкцията, експерименталните изследвания и изграждането на платформа, на базата на IFSF протокол има фирма СД „ЕЛЛ”. Системата е монтирана и тествана в бнзиостанция.



## ГЛАВА I

### ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

# РАЗПРЕДЕЛЕНИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ. МЕТОДИ И СРЕДСТВА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА НИВО НА ТЕЧНИ ГОРИВА И КОМУНИКАЦИОНЕН ПРОТОКОЛ IFSF

В настоящата глава са разгледани развитието на системите за обработка на информация и основните методи и средствата за отчитане нивото на флуиди, както и факторите, определящи избора на съвременна нивомерна система - хардуер и софтуер, интерфейс и протоколи за предаване на данни на отдалечени разстояния, основните



**Фиг.1.1 Системи за обработка на информация**

положения и предназначението на Европейския стандарт за комуникация в петролната индустрия - IFSF. С оглед на разнообразието от приложения и необходимостта от измерване нивото на различни видове материали в течно състояние, са разработени много технологии, които претърпяват непрекъснато развитие. Представена е историческа ретроспекция на развитието на системите за обработка на информация, от която може да се види, че те са преминали от монолитни системи от мейнфрейм тип към дву- и тристепенни архитектури клиент-сървър. След това многопластовите вертикални структури стават популярни. Съществува тенденция към все по-тясна специализация и разпределение на отделните компоненти на системите. Активно се използват разпределени системи, използващи глобални мрежи и уеб технологии, но само с появата на редица стандарти в организацията на управлението на услугите, е възможно да се говори за нова посока, ориентирана към услугите архитектура (ЕАА). Задачата за изследване на подходите за изграждане на разпределени

информационни системи стана спешна за разработчиците и софтуерните архитекти. Посочени са основните проблеми [17,24].

### **Изводи**

В резултат на направения обзор, анализ и проучвания по темата и обобщаване на проблемите свързани с информационните системи могат да се направят следните изводи:

1. Информационните системи играят все по-важна роля в повечето организации днес. В много отрасли компаниите разчитат в голяма степен на своите информационни системи. В началото повечето информационни системи са проектирани да решават специфични проблеми или да поддържат определена функция. Но днес едно типично предприятие използва голям брой информационни системи. Тези системи обикновено са интегрирани по такъв начин, че да могат да работят заедно. В резултат на това нараства необходимостта от интегриране на хетерогенни информационни системи. Проблемите на разработването на ефективни системи за обработка на информация са от значение за

няколко десетилетия. От самото начало на създаването на такива системи, специалистите в областта на информационните технологии се опитват да развият, от една страна, ефективни средства за интегриране на функционални и структурни компоненти, а от друга, прости начини за управление на всяка от тях поотделно.

2. IFSF е набор от международни стандарти за автоматизация, базирани на LON (Local Operating Network) технология в петролната индустрия. Стандарта е разработен и прилаган в Европа, САЩ и Азия, но до настоящия момент не е разпространен в България. Позволява обмен на данни и инструкции чрез прилагане на мрежи за устройства, базирани на отворени стандартни системи, съвместими с протокола TCP/IP.

3. Актуална тенденция е изграждането на такава система за автоматизирани измервания, разработване и проектиране на съвременна архитектура на мрежова технологична платформа и разработка на софтуер за предаване на данни от измервателните уреди, съвместим със стандарта IFSF.

## **Цел и задачи на дисертационния труд**

Основна целта на работата е да се изследват методи за изграждане на разпределени информационни системи. За постигането на тази цел в работата бяха поставени следните научни задачи:

1. Да се изследват основните характеристики и анализират проблемите при изграждането на разпределените информационни системи и комуникационните стандарти, и предлагане на начини за тяхното решаване;
2. Да се предложи методология за проектиране на разпределени информационни системи, която позволява навременен и безпрепятствен достъп до информация;
3. Да се проектира и разработи интерфейс и софтуер за връзка с мрежова технологична платформа за автоматизирана нивомерна система LONWORKS ® и стандарта IFSF;
4. Да се разработи програма за практическата реализация на информационно измервателна система, като част от автоматизираната нивомерна система за ниво на светли горива за непрекъснат контрол на нивото на резервоари за гориво;
5. Да се съставят нови калибровъчни таблици на базата на комплексен анализ на получените грешки.

Посочените по горе проблеми и възможности определят и актуалността на дисертационната работа. Надеждността на научните резултати се потвърждава от теоретични изследвания, данни от разработената система, както и от сравняване на получените резултати с резултатите, дадени в научната литература. Практическото значение на изследването се определя от факта, че прилагането на разработения подход за изграждане на РИС намалява сложността на интегрирането на разнородни ИС в бензиностанции, където е необходимо да се увеличи гъвкавостта на инфраструктурата, да се намалят разходите за разработка на приложения и да се увеличи скоростта на реакция към променящите се изисквания.

## **ГЛАВА II**

# **АНАЛИЗ НА ПРЕДАВАНЕ НА ДАННИ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА КОМУНИКАЦИОНЕН СТАНДАРТ IFSF И ПЛАТФОРМА LONWORKS®. ПРОЕКТИРАНЕ НА ИНТЕРФЕЙС И СОФТУЕР ЗА ВРЪЗКА С МРЕЖОВА ТЕХНОЛОГИЧНА ПЛАТФОРМА ЗА АВТОМАТИЗАЦИЯ НА НИВОМЕРНИ СИСТЕМИ**

В тази глава се разглежда LonWorks платформа, построена на базата на протокол LonTalk, създаден за работа на различни устройства в мрежа. LonWorks е мрежова платформа, специално за нуждите на приложенията за управление на промишлени и нивомерни автоматизирани системи. Проектиран е адаптор, архитектура на платформата, интерфейс за връзка и протоколи за обмен на данни. Направен е анализ на сруктурата на комуникационен протокол IFSF. Проектиран е входно/изходен контролер за връзка и софтуер за комуникация. Стандартите за IFSF определят изпратени и получени съобщения от всеки тип устройство. Съобщенията са проектирани да бъдат разширяеми, чрез определяне на отделните

полета по тип и дължина. Групира се в различни бази данни за логическата част на всяко устройство. Всеки тип устройство определя свой собствен набор от бази данни и полета.

## **2.3.Комуникационна платформа**

Във всяка мрежа, трябва да има механизъм за получаване на достъп до устройства, така че те да могат да изпращат данните. Съществуват функции за устройства и функционалност, както в локално пространство, така и в отворени мрежи, които могат да се свързват помежду си. Продуктовите приложения са мрежово базирани решения с обща инфраструктура, която поддържа разделени и географски отдалечени обекти и спомагат за свързването им [63, 64, 65, 66].

### **2.3.1.LonMark International**

LonMark International е световна организация, създадена интеграция на отворени системи за контрол, използващи ISO/IEC 14908-1 и свързаните с тях стандарти. Това е мрежова технологична платформа за инсталиране, поддръжка, мониторинг и контрол на различни



системи за автоматизация. Платформата е построена на базата на протокол LonTalk, създаден от Echelon Corporation за работа на различни устройства, свързани в мрежа в различна преносна среда: електропровод, усукана двойка проводници, радиочестотна (RF), инфрачервена (IR), коаксиален кабел и оптични влакна. Използва се за автоматизиране на функции. Протоколът за комуникации LonTalk е представен на ANSI и приет като стандартен протокол за контрол на мрежи (ANSI/CEA-709.1-B) [60, 61, 62].

### **2.3.2. Архитектура на LonWorks платформа**

Проектирана и изградена платформа на база на peer to peer архитектура, подходяща за изграждане на контролни мрежи. Принципът на работа е разпределение на ресурсите и задачите между работните възли, които са еднакво привилегировани, екипотентни участници в заявката за контрол и управление, без да е необходима централна координация със сървъри или стабилни източници. По-подходяща е от

контролни мрежи, изградени на база client–server архитектура, поради това че, при peer to peer архитектурите, комуникацията между мрежовите устройства е отворена, което означава, че евентуален срив, който би могъл да настъпи, когато един от възлите спре да работи в системата, ще бъде автоматично прекратен (фиг.4.2).

Направени са три различни конфигурации за комуникациите: единично кодиран, което обикновено се използва за взаимодействие с приемо-предавателни устройства, RS485 или свободна топология и диференциално кодиран,



Фиг.2.2 Платформа LonWorks

който осигурява двуполярен, независим интерфейс, характерен за стандартна спираловидна двойки жични приемо-предаватели. Това е конфигурацията по подразбиране за неврон, ако нищо друго не е избрано. Съществува и специален режим, при който интерфейса осигурява двупосочен порт за интелигентен приемо-предавател. Невроните имат 11 I/O пина към интерфейса за външни устройства.

Съществува голямо разнообразие от механизми за адресиране в рамките на протокола LonTalk. При проектирането е избран един от начините, а именно да се използва 48-битов Neuron ID директно към адреса на възела. Физическият адрес на Neuron ID е уникален за всеки чип. Ако се работи с малка мрежа и се използва Neuron ID като адрес и при прекъсване устройствата се заменят, Neuron ID ще се промени с нови неврони. За да се отчете от другите устройства, ще трябва да се препрограмира всеки възел в мрежата. Ако се зададе на неврона логически адрес, при прекъсване на някое от устройствата, може просто да се изпрати

съществуващия логически адрес на новото устройство. Програмира се с дължина от нула байта до шест байта. За да се запази контрол в съобщенията и те да бъдат предпазени от намеса на външни устройства, трябва да бъдат зададени различни домейни за идентификация.

На всеки Neuron могат да бъдат присвоени два логически адреса. По този начин чипът може да принадлежи на две различни логически мрежи.

### **Изводи**

Членовете на групата могат да бъдат логически достъпни навсякъде и не са ограничени до същия физически канал. Всеки Neuron може да принадлежи на до 15 различни групи. Това дава възможност за различна функционалност на устройствата, въз основа на механизма за адресиране.

## **2.4.Проектирана и реализирана отворена мрежова платформа за контрол и автоматизация на нивомерни системи**

Мрежите не са били типично използвани за контрол. Комуникационните протоколи не са били

проектирани и оптимизирани за преминаване на големи количества данни между компютри, предназначени за обработка. Протоколите за комуникация, които се използват не са настроени за оптимална работа в системи за контрол. Повечето са проектирани за предаване на данни между компютри или частни лица. С времето, протоколите са еволюирали, увеличили са се по мащаб и са достигнали нужната функционалност и гъвкавост. Проектираната контролна мрежа има редица уникални изисквания, което я прави различна от мрежа за данни. Тя включва следното: кратки по формат съобщенията за информацията, които да се прехвърлят лесно; peer to peer мрежова топология, малки и евтини устройства.

### **Приемо-предаватели**

Всяка мрежа съдържа приемо-предаватели, които осигуряват физически комуникационен интерфейс между устройство и мрежа. Тъй като приемо-предавателите са различни, е използван маршрутизатор. Всяко устройство, свързано към мрежата съдържа Neuron чип в подходящ механичен пакет. Поради функцията на

устройствата, те имат и вградени сензори и изпълнителни механизми, входно-изходни интерфейси с външни сензори и изпълнителни механизми, интерфейси към мрежов възел, процесори и интерфейс към друг Neuron чип и приемо-предавател в маршрутизатора. Приложната програма, която се изпълнява от Neuron чипа в проектираната мрежа, реализира вида на устройството: може да бъде постоянно пребиваваща в ROM паметта или може да бъде изтеглено по мрежата в енергонезависима за четене и запис памет. Работата на повечето от устройствата е да контролират състоянието на компонентите, които включват и физическата система. Приложната програма в устройството може да изпраща и получава стойности по мрежата и да изпълнява и обработва данни.

Режимът NSI е съвместим с базирани LNS приложения. В компютърните мрежи, Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP) е сесиен протокол, използван за виртуални, частни мрежи (VPNs) или като част от доставката на услуги от доставчиците на интернет. Тя няма възможности за криптиране

или поверителност. Вместо това поддържа протокол за криптиране при преминаването в сесия, за да се осигури неприкосновеността на личните данни. L2TP пакета се изпраща в рамките на User Datagram Protocol (UDP). Той е общ за протичане на сесии. Двете крайни точки се наричат LAC (L2TP Access concentrator) и LNS (L2TP Network server). LAC е инициатор на сесията, докато LNS е сървърът, който чака за връзка с нови данни. След като се създаде една сесия,



Фиг.2.3 Отдалечен мрежови възел и връзка с LonWorks мрежа

мрежовият трафик е двупосочен. За да бъдат използвани за мрежата, протоколите от по-високо ниво също преминават през сесиите. За да се улесни това, L2TP е създадена в рамките на сесия за всеки протокол от по-високо ниво. Или LAC или LNS могат да започнат сесии. Трафикът за всяка сесия се изолира с L2TP, така че е възможно да бъдат създадени няколко виртуални мрежи. Адапторът е проектиран така, че компютър-домакин може да бъде свързан към мрежата чрез двойка модеми и телефонна комуникация. В този случай, компютърът е отдалечен мрежови възел. Когато започва разговорът с адаптера, се казва че отдалечения мрежови възел е комутируем в мрежата. Когато адаптерът инициира повикване към компютъра, се казва че набира до отдалечения мрежови възел. Ако веднъж връзката на телефона е установена, приложението работи на отдалечения мрежови възел и може да управлява мрежата, да изпълнява мониторинг или контролни дейности (фиг.2.4).





Фиг.2.4 Свързване на адптер към модем

Режимът MIP е съвместим с LonManager @ API базирани приложения или MIP е режим заместител на серийния адаптор. Мрежовият интерфейсен протокол определя формата на данните преминали през интерфейса на EIA-232 и варира в зависимост от конфигурацията на адаптора и водача на мрежата. Ако се използват стандартни мрежови драйвери LONWORKS, формата на данните минаващи между драйверите и приложението са дефинирани от мрежовия драйвер-протокол и са независими от мрежовия интерфейсен протокол. Драйверите са отговорни за осигуряване на необходимия превод. Режимът на работа се контролира от външен превключвател, който се отчита при включване на захранването. Серийният адаптер е съвместим с EIA-232(RS-232), серийно устройство, което

позволява на всеки мрежови възел с EIA-232 интерфейс и подходящ софтуер да комуникира с LONWORKS мрежа. Адапторът позволява на мрежовия възел да функционира като възел в мрежата. За да се свърже към модем се използва специален нулев модемен кабел. Радио и телевизионни кабели няма да работят в тази конфигурация. EIA-232 устройствата са конфигурирани като затворен кръг или като информационни терминални устройства. DCE устройство се свързва към устройство DTE, освен ако не се използва нулев модемен кабел. Компютрите обикновено поемат ролята на терминал в комуникациите. За да се свърже адаптерът към компютъра, трябва да се свърже единият край на серийния кабел към него, а другия край на кабела към серийния порт на компютъра. Ако се свързва адапторът към модем трябва да се използва специален кабел за модем.

### **Софтуер**

Серийният адаптор не е съвместим с всеки софтуер. Драйверите за Windows могат да се имплементират за Windows. Създаденият софтуер

включва ANSI C код, а мрежовите приложенията за MS-DOS, могат да се използват като потребителски и за други платформи. Това дава възможност за изпращане и получаване на мрежови съобщения, както и ще позволи на адаптора да бъде инсталиран и свързан като възел. Изходният код на драйвера за DOS е основа за потребителски мрежов драйвер за други мрежови възли или операционни системи. Адапторът включва интерфейс, което се движи в по-горните слоеве на LonTalk протокола от чипът Неурон в рамките на адаптора и към процесор за мрежови възел. Той позволява да се използват множество приложения за изпращане и получаване на съобщения.

### **Изводи**

Йерархичната архитектура не е оптималното решение за контрол. Тя е ненужно сложна. Поради това е използвана мрежа със структура peer to peer, където контролерът за мрежата може да бъде елиминирана без загуба на функция. Осигурен е отворен стандарт. свободен избор за

модификации на допълнения, внедряване на нови функции, и поддръжка. Тъй като структурата не се състои от множество слоеве за контрол, устройствата се свързват пряко към отделните канали. Тази архитектура не ограничава информациоония поток между устройствата, изпълнява алгоритмите за управление и повишава полезността на системата. Намалено е и времето за монтаж. Софтуерът за управление на мрежата координира прехвърлянето на информация.

### **2.6.1.Проектиране на архитектура на устройство IFSF с TCP/IP интерфейс**

Съдържа четири основни компонента:

- IFSF приложение, което ще остане същото, независимо дали комуникацията е LON или TCP/IP.
- IP стека е интерфейсът към мрежата. Той реализира различните протоколи IP и предоставя услуга за управление на свързванията, разделящи IP адресите от други протоколни стекове.
- DHCP сървър, който се използва за разпространение на IP адресите към устройства в

една мрежа. Той може да бъде част от IFSF устройство, или може да бъде отделно устройство.

- IFSF към IP конверторен модул. Има задачата да изглежда като IFSF интерфейс към текущото IFSF приложение, да приема всички IFSF съобщения, да ги поставя в IP дейтаграми и да ги изпраща на отдалечените устройства през локална мрежа. Модулът има три основни цели - да изпраща и получава съобщения чрез пълномощник, да поддържа списък на всички активни връзки в локалната мрежа и пакети от всички данни и контролни съобщения в TCP потоци за модула на мрежата.

## **Изводи**

В резултат на направения анализ на съвременната архитектура на мрежова технологична платформа за автоматизирани нивомерни системи могат да се направят следните изводи:

1. Анализирани са съвременните технологии за автоматизация на системи за

дистанционно отчитане на данни и предаването им по Интернет;

2. Разгледани и анализирани са стандарти за изграждане на комуникации и протоколи за предаване на данни;

3. Анализирана е съвременна архитектура на мрежова платформа LonWorks и изграждащите я компоненти и са направени изводи относно техните предимства и недостатъци, сравнявани с вече внедрени и разпространени мрежови платформи;

4. В резултат на извършения анализ е проектиран и реализиран интерфейс, като част от архитектурата на мрежа за контрол и автоматизация на нивомерни системи;

5. Проектиран е контролер за комуникация. Реализираната система е опростена. С едно устройство, се позволява използването на две различни протоколни архитектури за трансфер на съобщения, съдържащи TCP/IP модул и адресна таблица. Консумират се много малко системни ресурси, а към мрежата могат да бъдат свързани неограничен брой устройства. Системата

е проектирана така, че да отговаря на изискванията, съвместим с модела OSI и притежава собствен протокол за работа със слой 7 и техническа обща реализация за слоеве 1 и от 2 до 6. Всички съществуващи стандарти са приети или адаптирани. Системната архитектура на контролера позволява на всички устройства да комуникират помежду си.

## **ГЛАВА III**

### **ПРОГРАМНО ОСИГУРЯВАНЕ ЗА АВТОМАТИЗИРАНА НИВОМЕРНА СИСТЕМА ЗА БЕНЗИНОСТАНЦИИ, БАЗИРАНО НА IFSF КОМУНИКАЦИОНЕН СТАНДАРТ**

В тази глава е направено техническо и функционално описание на софтуер, инсталиран и работещ на бензиностанции, базиран на IFSF комуникационен стандарт.

#### **3.1.Компютърна система и алгоритъм**

Проектираната компютърна система, предназначена за продажба на течни горива, газ и други стоки в бензиностанции и газстанции е изградена на базата на персонален компютър (ПК)

и фискален принтер (ФПр), които влизат в състава на централното регистриращо устройство (ЦРУ).

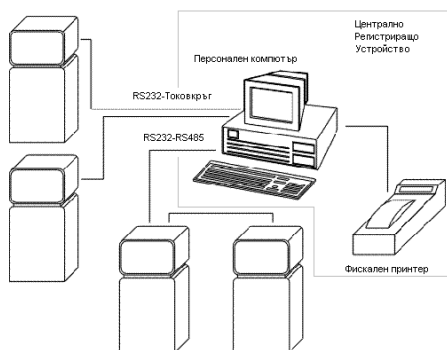
Централното регистриращо устройство, съвместно с електронните бензино и газ колонки се явява електронна система с фискална памет (ЕСФП), разработена в съответствие с изискванията на Наредба № 4 на Министерство на финансите.

Версията на създадената програма е приведена в съответствие с изискванията на наредба №18 на Министерство на финансите. В нея е добавена възможността за работа с ФПр, който поддържа 8 данъчни групи в съответствие с наредба №18 и има връзка със сървъра на НАП чрез модем за предаване на данни и комуникационен стандарт IFSF. Измененията се отнасят до изискването за предаване на данни към сървъра на НАП за количествата горива в резервоарите, механичните броячи на бензиноколонките и данни за доставките на горива чрез модем. Това не изменя основните функции, но изисква използването на специализиран софтуер към ФПр. На фигура 5.1 е показана



основната структура на ЕСФП и начините за свързване на допълнително оборудване към ПК. Всички действия в ЦРУ като продажби, настройки, отчети и други, се извършват с помощта на база данни (БД). При това, възможностите на системата се увеличават многократно в сравнение с конвенционалните фискални устройства. Обслужването на ЕСФП е организирано на основата на Windows приложение, чрез диалогови прозорци и менюта.

Създадената програма е проектирана и изградена посредством помощна система за бързи справки, улесняваща работата на оператора. Изискванията към обслужващия персонал са



Фиг.3.1 Структура на ЕСФП

минимални познания за работа с ПК. Програмирането, въвеждането и извеждане от експлоатация се извършва от сервизна организация с която клиента има сключен договор за поддръжка. Предаването на данни се извършва през модем, използващ GPRS връзка с мобилен оператор избран от клиента. Програмирането на модемът и ФПр се извършва по указания на производителя на фискалния принтер. Продажбата на течни горива и газ се регистрира автоматично в ЦРУ. Продажбата на други стоки се извършва чрез щрих код четец или се въвежда от клавиатурата на ПК. Всички продажби и дължимите за тях данъци се регистрират и натрупват във ФПр, за което се издава фискален бон.

Програмата работи с WINDOWS NT, WINDOWS 2000, WINDOWS XP, WINDOWS 7. Минимални изисквания към ПК са : процесор с честота по голяма от 1200 MHz; HDD (твърд диск) поне 20GB; RAM памет повече от 512MB и CD устройство за инсталиране на софтуера.

Съгласно изискванията на наредбата при неколкократно неуспешно предаване на данните,

фискалното устройство и програмата се блокират до отстраняване на проблема.

Изградената компютърна система представлява софтуер, който се инсталира на ПК и изпълнява всички функции по регистриране на продажбите на горива и стоки на обекта. Следят се и се отчитат и направените доставки, като се съхраняват данните за клиенти и доставчиците. Защитена е от нелегално копиране и разпространяване с допълнителен хардуерен защитен ключ и сериен номер, който се състои от цифри и букви изписани на латиница. Въвежда се еднократно при първоначално стартиране при ново инсталиране на програмата. Изисква се също, ако липсва или се замени с друг защитният ключ.

### **3.2.Функционално описание и алгоритми**

Един от основните компонент на качеството на софтуера е надеждността. Това е способността на системата да изпълнява своите задачи според спецификацията, по която е създадена. Има външни и вътрешни фактори, които определят

качеството. Външните фактори, като скорост, производителност, улекотен интерфейс, са тези, които са предназначени за потребителите на дадената система. Вътрешните фактори като четимост, модуларност и възможност за разширяване, са видими само за тези, които разработват и поддържат продукта. Външните и вътрешни фактори са взимозависими. Най-важните външни фактори са:

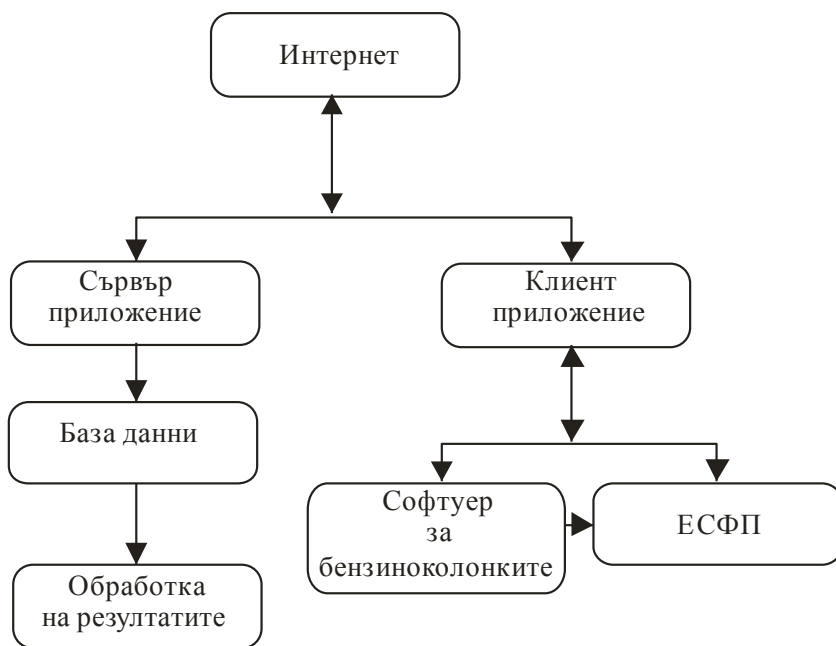
- Коректност и изпълняване на задачите според спецификата;
- Способност за справяне с грешки и неочаквани състояния;
- Възможност за развитие и адаптиране на продукта към промени в спецификата;
- Функционалност и възможности.

Проектираната автоматизирана нивомерна система включва: нивомерен преобразувател, контролер и приложен софтуер, инсталиран на компютъра и предоставен на отдалеченото място при клиента (клиент приложение), сървър със софтуер (сървър приложение), база данни и комуникационна връзка. Разработеният софтуер за

клиент приложението е написан на C++, C# и MySQL, а за сървър приложението на JavaScript, HTML и MySQL.

Използвани средства и технологии при изграждането:

- Платформа - Програмният език на направеното приложение е JavaScript, HTML и MySQL. Тези езици позволяват гъвкавост и мултиплатформеност. Поради факта че JavaScript кодовете се изпълняват на виртуална машина, каквато има на всеки един съвременен компютър, приложението може да се изпълни на всякакъв вид операционна система. Както на Microsoft Windows така и на Linux и MacOS.

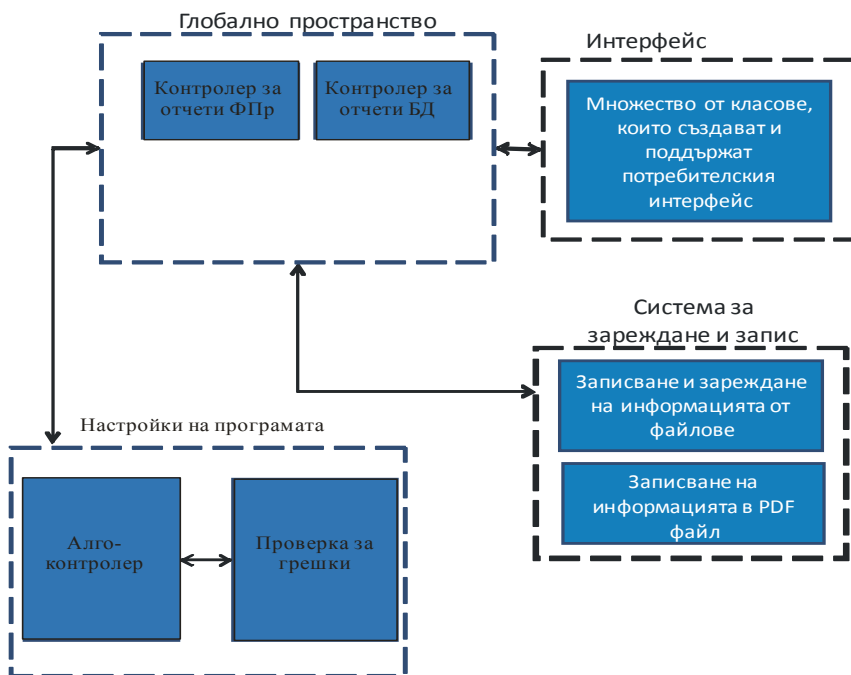


Фиг.3.2 Схема на софтуерите в нивомерната система

- Използвана среда за разработка - за да бъде кодът по-ефективен и по-бърз е използвана интегрирана среда за разработка (IDE) и езика C#.

Проектираната вътрешна структура на клиент-приложението е показано на фиг.3.3. При създаването си програмата е разделена на части.

Както се вижда от диаграмата, приложението се състои от няколко отделни системи, които до голяма степен работят независимо една от друга. Те само си обменят информация свързана със зареждането на бензиноколонките и резервоара.



Фиг. 3.3 Вътрешна структура на клиент-приложението

### **3.2.1. Основен алгоритъм на клиентското приложение**

Създадената програма изпълнява няколко алгоритъма. Решението наподобява оцветяване на граф. Все пак, има няколко значителни разлики, които повишават нивото на трудност. Всички методи са написани специфично за изпълнението на задачата. Първо от потребителя се изисква да въведе идентификация, вид устройство и начин на зареждане. В зависимост от устройството се преминава към функциите за бензиноколонки или резервоар. Ако в резервоарът се отчита зареденото количество се преминава към отчети. Ако при бензиноколонките се прави избор от въведено списъчно поле, се преминава към съответните настройки и накрая отново се достига до отчети.

Използваните средства и технологиите на обектно-ориентираното програмиране са основа за проектиране на софтуер и софтуерни системи. Основните програмни езици се допълват с възможности за поддръжка на обекти. C++, развит





информационни системи, така и за приложения със строги изисквания за работа в реално време, такива като системите за измерване на ниво.

Използвани са средствата на обектно-ориентираното програмиране (ООП), което е парадигма, при която една програмна система се моделира като набор от обекти, които взаимодействат помежду си. Всеки обект е способен да получава съобщения, обработва данни и праща съобщения на други обекти. Класовете в С++ са типове, състоящи се от множество компоненти, които могат да бъдат данни и функции. Класовете в създадената програма се дефинират в зависимост от конкретните нужди. Класът представлява своеобразно разширение на структурите от данни, тоест освен данни (операнди) в състава му може да влизат и функции (методи). Описаната в тази глава програма е изградена на базата на ООП и съдържа както класове и обекти, така и структури от данни. Дефиницията на клас се състои от две части: заглавна част (class head) и тяло (class body). Заглавната част включва ключовата дума

class и името на класа. Тялото е заградено във фигурни скоби.

### **Изводи:**

В тази глава могат да се направят следните изводи:

1. Разработено е програмно осигуряване за нивомерна система за бензиностанции, отговаряща на наредба № 4 на Министерство на финансите и в съответствие с наредба № 18.

2. Разработеният софтуер е инсталиран, тестван и работи на търговски обекти.

3. Приложението поддържа комуникационен стандарт IFSF.

## **ГЛАВА IV**

### **КОМПЛЕКСЕН АНАЛИЗ НА ПОЛУЧЕНИ ИЗМЕРВАТЕЛНИ ГРЕШКИ ПРИ ИЗВЪРШЕНИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ. МЕТОДИ ЗА ОТСТРАНЯВАНЕТО ИМ. ПРОЕКТИРАНЕ НА КАЛИБРОВЪЧНА ТАБЛИЦА**

Експериментално установените грешки, възникващи при измерване на нивото от системата, са породени от температурни промени в сензорите и горивото, както и от различията в конструкциите на резервоарите. Намаляването на тези инструментални грешки може да се постигне чрез използване на елементи с малки температурни коефициенти или с използване на компенсация на температурата. Освен това, дори и когато се работи с добри електрически изолатори трябва да се прилагат допълнителни мерки да се елиминира влиянието на метрологичните характеристики, които могат да бъдат причинени от колебанията на температурата и промяна на състава или вида на течността или чрез изготвянето на калибровъчна таблица, която коректно отчита температурните и конструктивни

особенности на резервоара чрез преобразуване на референтните стойности според влезлите в сила от 01.01.2004г. изменения в закона за акцизите и промените в таблици 53В и 54В, изготвени от Американския Нефтен Институт.

#### **4.1. Резултати от измерванията в бензиностанция и изследване влиянието на някои външни фактори върху резултатите от измерванията**

Изследванията са извършени съвместно с фирма СД ЕЛЛ – Сливен. Еталонната сонда е VIZI Stick Advanced на FAFNIR. За прецизно измерване на температурата, сензорната тръба на VISY Stick Advanced съдържа температурни датчици и температурата се изчислява според разликата във времето за разпространение. Точността при измерване на VISY Stick Advanced е  $\pm 0.25\%$ .

При измерването се спазва следната последователност: резервоарът, с максимална вместимост 10000л и се зарежда напълно, нивомерната сонда се потапя с наклон  $90^{\circ}$  спрямо центъра на резервоара, стартира се софтуера и при статус на програмата „Работещ“ започва

отчитането на данните, посредством контролер за отчитане на данни, конфигуриране и избор на гориво. Измерването е направено при температура на въздуха 8<sup>0</sup>С, 10<sup>0</sup>С и 11<sup>0</sup>С (таблица 4.1) и 26<sup>0</sup>С, 22<sup>0</sup>С и 24<sup>0</sup>С (таблица 4.2). Данните в таблиците отразяват зависимостта от липсата на температурен корекционен фактор.

**Таблица 4.1**

A95			A98		
Обем в литри	В см	Температура	Обем в литри	В см	Температура
9897	278	8 <sup>0</sup> С	9887	275	10 <sup>0</sup> С
9896	278	8 <sup>0</sup> С	9885	275	10 <sup>0</sup> С
9895	278	8 <sup>0</sup> С	9883	274	10 <sup>0</sup> С
9894	279	8 <sup>0</sup> С	9881	272	10 <sup>0</sup> С
9893	280	8 <sup>0</sup> С	9879	270	10 <sup>0</sup> С
9892	281	8 <sup>0</sup> С	9877	268	10 <sup>0</sup> С
9891	282	8 <sup>0</sup> С	9875	266	10 <sup>0</sup> С
9890	283	8 <sup>0</sup> С	9873	264	10 <sup>0</sup> С

9886	284	8 <sup>0</sup> С	9875	262	10 <sup>0</sup> С
9882	285	8 <sup>0</sup> С	9877	260	10 <sup>0</sup> С
9878	286	8 <sup>0</sup> С	9879	286	10 <sup>0</sup> С

**Таблица 4.2**

A95			A98		
Обем в литри	В см	Температура	Обем в литри	В см	Температура
9756	312	26 <sup>0</sup> С	9761	302	22 <sup>0</sup> С
9758	308	26 <sup>0</sup> С	9762	302	22 <sup>0</sup> С
9760	304	26 <sup>0</sup> С	9763	305	22 <sup>0</sup> С
9762	300	26 <sup>0</sup> С	9764	308	22 <sup>0</sup> С
9764	296	26 <sup>0</sup> С	9765	311	22 <sup>0</sup> С
9766	292	26 <sup>0</sup> С	9766	314	22 <sup>0</sup> С
9768	288	26 <sup>0</sup> С	9767	312	22 <sup>0</sup> С
9770	283	26 <sup>0</sup> С	9768	307	22 <sup>0</sup> С
9772	284	26 <sup>0</sup> С	9769	302	22 <sup>0</sup> С
9774	285	26 <sup>0</sup> С	9770	297	22 <sup>0</sup> С
9776	286	26 <sup>0</sup> С	9771	292	22 <sup>0</sup> С
9775	287	26 <sup>0</sup> С	9772	287	22 <sup>0</sup> С

## **Изводи**

Грешките са систематични и инструментални, дължащи се на зависимостта на резултатите от температурата. За да бъдат намалени е необходимо да се проектира коректен алгоритъм и да се вгради софтуерно в калибровъчната таблица.

### **4.2. Математически модел за съставяне на калибровъчни таблици**

Калибрирането е набор от операции, извършвани в съответствие с определена, документирана процедура, което установява връзката между стойности на величини, дадени от еталони и показанията на система за измерване, включвайки и оценяването на неопределеността на измерване. От тази дефиниция следва, че калибрирането включва няколко стъпки. Определя се връзката между стойностите и неопределеностите, представени от еталона и съответните стойности на измерваната величина, представени от средството за измерване, което се



калибрира, определя се зависимостта, за получаването на резултата от измерване от съответните индикации.

Определянето на обема с нивомерна измервателна система се осъществява чрез измерване на ниво и температура и изчисляване на обема при работни и базови условия. Измерването на ниво се извършва с електронен автоматичен нивомер - нивомер. Измерването на температурата се извършва с температурни сензори, разположени така, че да позволяват определяне на средната температура на обема течност в резервоара. Изчисляването на обема на течността се извършва чрез калкулатор, който използва данни от калибровъчната таблица на резервоара, таблицата за коригиране на обема при привеждане от референтни стойности към базови условия и нивото на течността, измерено от електронния нивомер.

Течностите независимо от типа си се разширяват и свиват в пространството. Повишаването на температурата ще доведе до разширяване на флуида като заема по-голям обем

и обратното при понижаване на температурата (промяна на вискозитета на флуида). Обикновено колкото е по-малка плътността на дадена течност толкова са по-големи нейните колебания при изменение на температурата. Тези характеристики на разширяване и свиване се прилагат само до момента в който материала остава течност.

Преизчисляване на обемите при референтни условия 15°C

Влезлите в сила от 01.01.2004г. изменения в закона за акцизите промениха базата за облагане на светлите горива от тонове в 1000 референтни литри (литри при 15°C). Свързаните с това продажби на обем, а не на тегло, все още водят до недоразумения при приемо-предаване на горивата. Тъй като обемът на всяка течност (в това число и на горивата) се влияе от температурата, е въведено понятието референтен обем, т.е. този условен обем, който горивото би заело при приетата за еталонна температура 15°C. Референтният обем всъщност е една виртуална цифра - нещо, което би било реално само при определени условия, а именно - точно 15°C и нито

десета от градуса повече или по-малко. Практиката показва, че температурата се колебае в широки граници и такова съвпадение е рядко изключение. Винаги, когато температурата на пълнене или изпразване е различна от тази еталонна стойност, реалният обем също е различен — по-голям, при температури над 15°C или по-малък, при температури под 15°C. За да може всеки да контролира полученото количество чрез преобразуване на мерните единици е достатъчно да разполага само с един прецизен уред за измерване на температурата на горивото (термометър - спиртен, съпротивителен, термосонда, термодвойка или друг тип) и със стандартните таблици 53В и 54В, изготвени от Американския Нефтен Институт. Трябва да се прави разлика още и между наблюдаваната или актуална плътност, която показва моментната плътност на горивото при някаква температура и референтната плътност, която е характерна величина за дадена партида гориво и представлява плътността на горивото при строго определена и възприета в международната

практика температура, а именно 15°C. Последната се дава винаги в сертификатите за качество. И актуалната, и референтната плътности също биват

### **Калкулатор**

Калкулаторът е част от нивомерната измервателна система, който използва данни от калибровъчната таблица на резервоара, таблицата за коригиране на обем при превеждане към базови условия и нивото на течността, измерено от електронния нивомер. Калибровъчната таблица изразява функцията  $V(h)$ , която дава съответствие между височината  $h$  и обема  $V$ . Максимално допустимата грешка е определена в техническата спецификация за съответния уред. [111, 112].

#### **4.2.2. Калибриране на резервоари**

Резервоарите са подложени на разширяване и свиване поради хидростатичното налягане на течностите, постоянна промяна на работната температура, както и движението на земните пластове. Тези пренебрежителни промени в условията могат да доведат до голяма разлика в

обема на различни нива и референтната височина. Също така след всякакви структурни промени или ремонти, направени по време на експлоатацията на резервоара се налага калибриране.

Обемното калибриране на резервоари е най-точния метод при изготвяне на калибровъчни таблици на даден резервоар. Този метод представлява контролирано напълване на целия или част от резервоара с успоредно измерване на показанията на еталонен нивомер. Системата автоматизирано записва данните от измерванията в база данни, която след приключване се обработва от специализиран софтуер. Изготвената калибровъчна таблица се проверява и се заверява в лаборатория.

Нивото на флуид в резервоара  $L_e$  се изчислява по таблична стойност чрез линейна интерполация за стойност на обема  $V_e$ :

$$V_e = V_1 - V_e, \quad (1.4)$$

където  $V_1$  е на началното ниво  $L_1$ .



### 4.2.3. Обем на течност в цилиндър с плоски страни

За да намерим площта на сечението са ни необходими (фиг.4.2) стойностите на ъгъл  $\theta$

$$\theta = 2\cos^{-1}H/r,$$

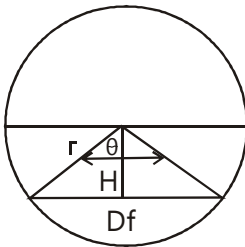
Фиг.4.2

$$(1.6)$$

където  $r$  е радиуса на основата,  $H$  височината на триъгълника от центъра на окръжността до нивото на запълване.

$$St = DfH/2 \quad (1.7)$$

където  $St$  е лицето на триъгълника,  $Df$  е основа на триъгълника, образуван до нивото на запълване с течност.



Като използваме косинусовата теорема намираме и лицето на сектора  $Sc$ .

$$Sc = (r^2\theta)/2,$$

$$(1.8)$$

Площта на сечението  $A$  ще бъде разлика от лицата на сектора и триъгълника:

$$A = S_c - S_T = r^2 \cos^{-1}\left(\frac{r-d}{r}\right) - (r-d)\sqrt{2rd - d^2}, \quad (1.9)$$

Тогава обемът на резервоара е:

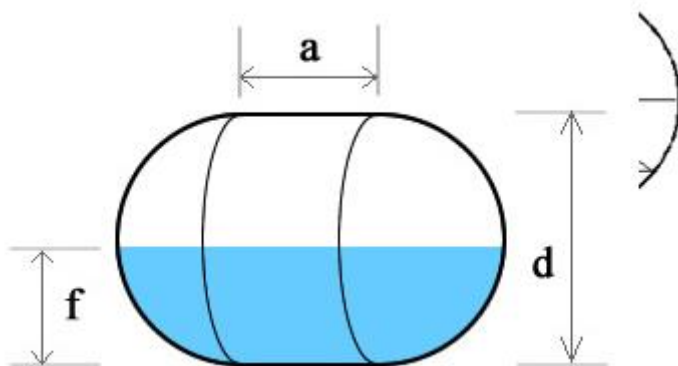
$$V = L[(\arccos((r-d)/r)) - (r-d)\sqrt{2rd - d^2}], \quad (1.10)$$

където  $r$  е радиуса на резервоара,  $d$  - дълбочината,  $L$  - хоризонтална дължина,  $A$  сечение на резервоара,  $V$  – обем.

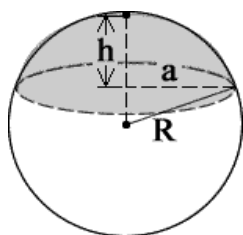
#### **4.2.4. Обем на течност в цилиндър с изпъкнали страни**

*Този вид резервоар (фиг.4.3) се третира като сфера с диаметър  $R$  разделена на две половини, разделени още веднъж от цилиндър с диаметър  $g$  и височина  $h$ (фиг.4.4).*





Фиг.4.3 Цилиндър с изпъкнали страни



Фиг.4.4

$$R = \frac{r}{2},$$

където R е диаметъра на сферата; (1.11)

$$V_s = \left(\frac{4}{3}\right) * \pi * R^3, \quad (1.12)$$

където  $V_s$  е обема на сферата, а R е радиуса на сферата;

$$V_c = \pi R^2 a, \quad (1.13)$$

където  $V_c$  е обема на цилиндъра;

Следователно обемът на резервоара при запълване е:

$$V = L \left( \arccos \frac{180(R-h)}{2\pi R} - \frac{(R^2 - (R-h)^2)(R-h)}{360\pi R^2} \right) - \frac{(R^2 - (R-h)^2)(R-h)}{10000}, \quad (1.14)$$

където  $R$  е радиуса на резервоара,  $h$  – нивото на горивото,  $L$  - хоризонтална дължина,  $V$  – обем (фиг.4.4).

Математически обем на тяло се дефинира с определен интеграл върху тялото и е приблизително моделиране на тялото чрез безкрайно намаляващи фигури и сумиране на техните обеми.

$$V = \iiint d v = \int A ( s ) d s \quad (1.15)$$

Резултати:

Диаметър	d =	<b>2320</b>	мм
Радиус	r =	1160	мм
Ниво	h =	<b>2320</b>	мм
Дължина	L=	<b>10390</b>	мм
Обем:	V =	<b>43</b> <b>921.928</b>	л

**Таблица 4.3**

Ниво:								
см.	мм.	Обем в литри	СМ	ЛИТРИ	СМ	ЛИТРИ	СМ	ЛИТРИ
1	10	<b>21</b>	1	21	41	5 236	61	9 218
2	20	<b>60</b>	2	60	42	5 421	62	9 431
3	30	<b>109</b>	3	109	43	5 607	63	9 645
4	40	<b>168</b>	4	168	44	5 795	64	9 860
5	50	<b>234</b>	5	234	45	5 985	65	10 076
6	60	<b>308</b>	6	308	46	6 177	66	10 293
7	70	<b>387</b>	7	387	47	6 370	67	10 511
8	80	<b>472</b>	8	472	48	6 564	68	10 730
9	90	<b>563</b>	9	563	49	6 760	69	10 950
10	100	<b>659</b>	10	659	50	6 958	70	11 171
11	110	<b>759</b>	11	759	51	7 157	71	11 392
12	120	<b>863</b>	12	863	52	7 357	72	11 615
13	130	<b>972</b>	13	972	53	7 559	73	11 838
14	140	<b>1 085</b>	14	1 085	54	7 762	74	12 063
15	150	<b>1 202</b>	15	1 202	55	7 966	75	12 288
16	160	<b>1 322</b>	16	1 322	56	8 172	76	12 514
17	170	<b>1 446</b>	17	1 446	57	8 379	77	12 740
18	180	<b>1 573</b>	18	1 573	58	8 587	78	12 968
19	190	<b>1 704</b>	19	1 704	59	8 796	79	13 196

## **Извод:**

Използваната методика и софтуер са приложими в различни области, включително и при моделине на процеси, свързани със стабилност с отношение към  $h$ -колекторите за функционални диференциални уравнения на импулсно управление с променливи импулси.

## **4.3. Неопределеност на резултатите от измерването**

### **4.3.1. Същност на неопределеността**

Неопределеността е количествена мярка за качеството на резултат от измерване, даваща възможност резултатите от измерванията да бъдат сравнени с други резултати, справочни данни, спецификации или стандарти.

Неопределеността на измерването може да се опише като мярка за това, доколко добре се знае уникалната истинска стойност на измерваната величина. Тя отразява недостатъчността на знанията за величината. Резултатът от измерванията след внасяне на поправките на известните систематични ефекти

все още е само оценка на измерваната величина вследствие на неопределеността, възникваща поради случайни ефекти и неточна поправка на резултата от систематичните ефекти [2,112,46].

Съществуват много възможни източници на неопределености, включително:

- непълното определяне на измерваната величина;
- несъвършената реализация на определянето на измерваната величина;
- непредставителен подбор от измерванията;
- неточно познаване влиянието на условията на околната среда на резултата от измерването или неточно измерване на величините, характеризиращи тези условия;
- субективна систематична грешка ;
- крайната разрешителна способност или прага на чувствителност на прибора;
- неточни стойности, приписани на еталона и стандартните образци;
- неточни познания за физичните константи и други параметри, получени от странични

източници и използвани при обработката на данните;

- апроксимации и предположения, използвани в метода и методиката на измерване;
- изменения в резултатите от повторните наблюдения при еднакви условия [39].

Не е задължително тези източници да са независими.

Методът за оценка и изразяване на неопределеностите, трябва да е единен за всички калибриращи лаборатории, за да могат резултатите от измерванията, проведени в тях, да са лесно съпоставими помежду си.

#### **4.4.Проектиран алгоритм и създаване на калибровъчна таблица**

На етап проектиране е разработен алгоритъм, задаващ данните от направения по-горе анализ на изискванията и се формира общата структура на програмния фрагмент. При това за всеки определен модул трябва да бъдат формулирани предявяваните към него изисквания:

температурна компенсация, обем, ниво, температура при измерване, конструкцията на съда и др.

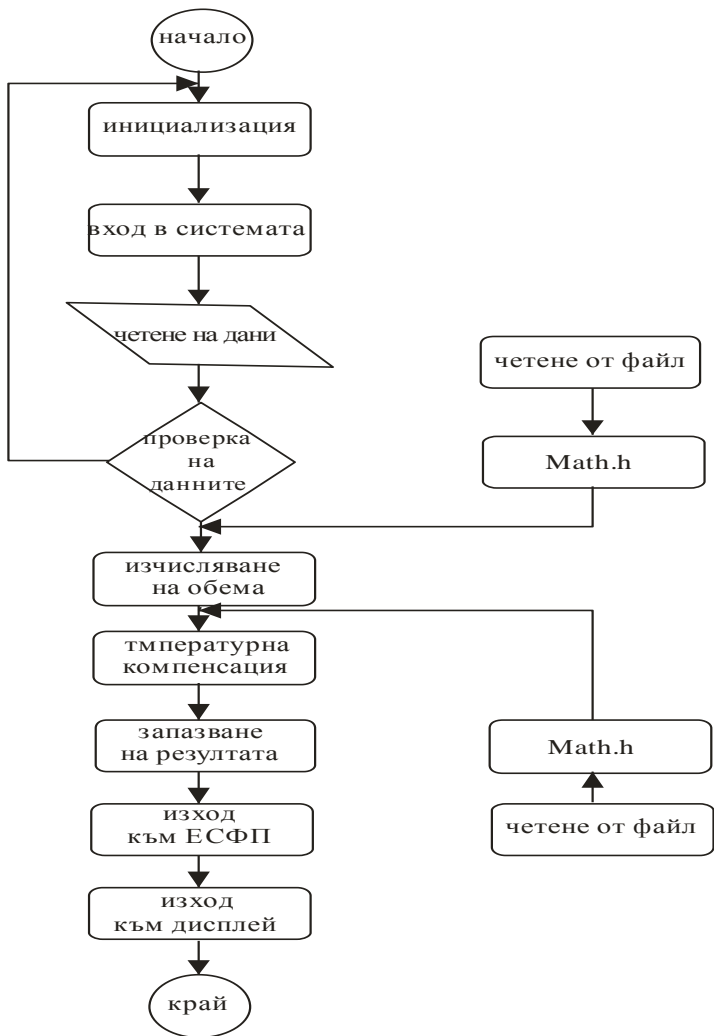
Обектно-ориентираните програми могат да се разглеждат като съвкупност от автономни и в определена степен независими обекти. Калибровъчната таблица е именно такъв обект, част от програма, управляваща данните, постъпващи в нивомерната система. Сега широко разпространение са получили понятията обект и обектно-ориентиран. Тези термини се използват за различни типове обекти, методи на проектиране, системи и езици на програмиране. Във всички случаи се използва общото правило, съгласно което обектът инкапсулира данните за своя вътрешен строеж. Това правило е отразено в определението за обект и клас обекти.

Обектът е способен да пребивава в различни състояния, над които се разпростира определено множество операции. Състоянието се определя като набор от атрибути на обекта. Операции, свързани с обекта, предоставят сервизите (функционални възможности) на други обекти за изпълняване на определени изчисления.

На практика в повечето обектно-ориентирани езици за програмиране по премълчаване е реализиран модел на последователно изпълнение, в който запитванията за обслужване на обектите и повикването на функциите са реализирани по един и същи начин.

Първа стъпка е създаването на обект `HID_ACCOUNTS_TANKS` (разход по резервоари), за да зареди от обекта и да върне към обект отчет `HID_ACCOUNTS_PROVIDERS` количеството заредено гориво. Другите три обекта: `HIDD_LEVELS_SETUP` (резервоари мм/л), `HIDD_TANK_SETUP` (резервоари-горива) и `HIDD_PROVIDER_SETUP` са за отчитане на новото,





Фиг. 4.4 Блок-схема на алгоритъма

### **Извод:**

Измервателните грешки при направените опити в реални условия са по-големи от допустимите. Част от тях са възникнали поради температурни промени в сензорите и горивото както и при различните конструкции на резервоарите. За да бъдат отстранени е необходимо изготвянето на прецизни и точни калибровъчни таблици. Тъй като се измерва ниво, а се отчита тегло на продукта се въвежда калкулатор, който трябва да пресметне реални стойности. Въвежда се понятието референтен обем, референтна плътност и референтна температура. За да може да се пресмята реалното тегло, а не масата и при реална температура е необходимо е да се използва корекция, която в основната си форма представлява набор от уравнения, получени и базирани на конвертиране на данни, свързани с промяната на петролните продукти при неколкостепенни измервания в различен диапазон от температури и налягане. Резултатите са показани в таблици 4.3 и 4.4.

**Таблица 4.4**

A95			A98		
Обем в литри	В см	Температура	Обем в литри	В см	Температура
9986	300	8 <sup>0</sup> С	9992	300	10 <sup>0</sup> С
9990	300	8 <sup>0</sup> С	9992	300	10 <sup>0</sup> С
9992	300	8 <sup>0</sup> С	9992	300	10 <sup>0</sup> С
9990	300	8 <sup>0</sup> С	9992	300	10 <sup>0</sup> С
9990	300	8 <sup>0</sup> С	9992	300	10 <sup>0</sup> С
9990	300	8 <sup>0</sup> С	9992	300	10 <sup>0</sup> С
9990	300	8 <sup>0</sup> С	9992	300	10 <sup>0</sup> С
9990	300	8 <sup>0</sup> С	9992	300	10 <sup>0</sup> С
9990	300	8 <sup>0</sup> С	9994	300	10 <sup>0</sup> С
9990	300	8 <sup>0</sup> С	9994	300	10 <sup>0</sup> С
9990	300	8 <sup>0</sup> С	9993	300	10 <sup>0</sup> С
9990	300	8 <sup>0</sup> С	9992	300	10 <sup>0</sup> С

**Таблица 4.5**

A95			A98		
Обем в литри	В см	Температура	Обем в литри	В см	Температура
9985	300	26 <sup>0</sup> С	9990	300	22 <sup>0</sup> С
9985	300	26 <sup>0</sup> С	9990	300	22 <sup>0</sup> С
9985	300	26 <sup>0</sup> С	9990	300	22 <sup>0</sup> С
9988	300	26 <sup>0</sup> С	9990	300	22 <sup>0</sup> С
9988	300	26 <sup>0</sup> С	9990	300	22 <sup>0</sup> С
9988	300	26 <sup>0</sup> С	9990	300	22 <sup>0</sup> С

## **ПРИНОСИ**

**Приносите към дисертационният ми труд могат да бъдат разделени на научни и научно практически. Към научните спадат:**

1. Изследвани са съвременните технологии за автоматизация на системи за дистанционно отчитане на данни и предаването им по Интернет, както и стандарти за изграждане на комуникации и протоколи за предаване на данни.
2. Анализирана е съвременна архитектура на мрежова платформа LonWorks и изграждащите я компоненти и са направени изводи относно техните предимства и недостатъци, сравнявани с вече внедрени и разпространени мрежови платформи. Предложена е методология за проектиране на разпределени информационни системи, която позволява навременен и безпрепятствен достъп до информация (публикувано в XXV Национален научен симпозиум „Метрология и метрологично осигуряване 2014“, септември 2014г., Созопол).
3. Изследван е европейският комуникационен стандарт IFSF, който все още е сравнително нов в България. Разработен е интерфейс и софтуер за връзка с мрежова технологична платформа за автоматизирана нивомерна система LONWORKS® и стандарта IFSF (публикувано в Volume. 6, Issue. 1, January - 2019 of JMEST (Impact factor)).

4. Разработен е вариант за комуникация на система на базата на IFSF протокол. Тя е проектирана така, че да отговаря на изискванията, съвместима с модела OSI и притежава собствен протокол за работа. Всички съществуващи стандарти са приети или адаптирани. Комуникационният слой е уточнен от IFSF за TCP/IP (публикувано в XII-th International Conference "Challenges in higher Education and research in the 21st century", 2014, Bulgaria и XXIV национален научен симпозиум с международно участие "Метрология и метрологично осигуряване 2014" септември 2014г., Созопол.).

5. На базата на комплексен анализ на получените грешки са предложени са нови калибровъчни таблици (публикувано в Mathematics 2019, 7(7), 656 21 Jul 2019, Viewed by 447 (IF=1.105, SRJ=0.24, Q3)).

### **Към научно-приложните приноси могат да се причислят:**

1. Разработено е програмно осигуряване за нивомерна система за бензиностанции, отговаряща на наредба № 4 на Министерство на финансите и в съответствие с наредба № 18. Разработеният софтуер е инсталиран, тестван на търговски обекти. Софтуерът поддържа комуникационен стандарт IFSF.

2. Проведени са аналитични изчисления и експериментални изследвания и са установени систематични и инструментални грешки в реални условия, които са по-големи от допустимите. Извършен е анализ на неопределеността при измерванията, на базата на който са систематизирани инструменталните грешки и са изготвени прецизни и точни калибровъчни таблици (публикувано в XXIV национален научен симпозиум с международно участие "Метрология и метрологично осигуряване 2014" септември 2015г., Созопол и XLVIII International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2013, 2013, Macedonia, Issue ICEST 2013, pp. 705-708, 2013, Macedonia, Ohrid).

## **СПИСЪК НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

1. Господинова Е., „Описание на система за измерване на ниво и температура на течности в резервоари и програмно осигуряване на предаването на данни“, Годишник на Технически университет София том 62, 2013, Международна конференция на Автоматика 2013, ФА.

2. Джуджев Б., Ivancheva, V. M., Kachulkova, S. Z., Gospodinova E., Vibration Measurement with Piezoelectric Transducer, XLVIII International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2013, 2013, Macedonia, Issue ICEST 2013, pp. 705-708, 2013, Macedonia, Ohrid, публикация в международен форум.

3. Господинова Е., Advantage and communication strategy and protocol IFSF LONWORKS in the contemporary level measuring, Международна конференция "Предизвикателства пред Висшето образование и научните изследвания през 21 век" Созопол', 2014.

4. Господинова Е., Иванчева В., Изследване на информационна система за измерване ниво на светли горива, обработка на измервателните данни и грешките в лабораторни условия, XXIV национален научен симпозиум с международно участие "Метрология и метрологично осигуряване 2014" септември 2014г., Созопол.

5. Gospodinova E , Ivancheva, V. M., Advantage and communication strategy and protocol IFSF LONWORKS in the contemporary level measuring, XII-th International Conference "Challenges in higher Education and research in the 21st century", 2014, Bulgaria

6. Господинова Е., Изследване и анализ на мрежов интерфейс за връзка с LONWORKS® платформа, участие XXV Национален научен симпозиум „Метрология и метрологично осигуряване 2014“, септември 2014г., Созопол.

7. Gospodinova. E., Analysis and design of client application of intelligent measuring system for measurement of liquid fuels and data transmission, Volume. 6, Issue. 1, January - 2019 of JMEST. (Impact factor).



**8.**Neli Simeonova, Radovesta Stewart, Ekaterina Gospodinova – Technologies for the Introduction of Digitalized Cultural Heritage to Visually Impaired People, International Conference Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage, September 26–28, 2019 Burgas, Bulgaria, vol. 9 (SRJ).

**9.**Gani Stamov,Ivanka Stamova,Xiaodi Li and Ekaterina Gospodinova, Practical Stability with Respect to  $h$ -Manifolds for Impulsive Control Functional Differential Equations with Variable Impulsive Perturbations, *by Mathematics* 2019, 7(7), 656; <https://doi.org/10.3390/math7070656> - 21 Jul 2019, Viewed by 447 (IF=1.105, SRJ=0.24, Q3).

## **УЧАСТИЯ В НАУЧНИ КОНФЕРЕНЦИИ**

**1.**XLVIII International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2013, Macedonia, Ohrid.

**2.**"Предизвикателства пред Висшето образование и научните изследвания през 21 век" Созопол', 2014.

**3.**XXIV национален научен симпозиум с международно участие "Метрология и метрологично осигуряване 2014" септември 2014г., Созопол.

**4.**XII-th International Conference "Challenges in higher Education and research in the 21st century", 2014, Bulgaria.

**5.**XXV Национален научен симпозиум „Метрология и метрологично осигуряване 2015", септември 2016г., Созопол.

**6.**International Conference Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage, September 26–28, 2019 Burgas, Bulgaria

7.Дни на науката на ТУ-София-2019, Национална конференция с международно участие, 9-10 май, Сливен 2019г.