

Кандидат: **гл. ас. д-р инж. Христо Стефанов Килифарев**  
Конкурс за заемана е на академична длъжност „доцент“  
Област от висше образование: 5. Технически науки  
Професионално направление: 5.3 Комуникационна и компютърна техника  
Специалност: „Компютърни системи, комплекси и мрежи“ (Схемотехника, Микропроцесорна техника)  
Обявен в Държавен вестник, бр. 54 от 25.06.2024 г.

## **12. Резюмета на трудовете (по тематични области) след защита на докторска дисертация**

Обобщените резюмета на трудовете, представени в настоящия документ, са систематизирани в следните тематични направления:

1. Проектиране и разработване на автоматизирани системи;
2. Проектиране и прототипна реализация на вградена система, базирана на Arduino микроконтролер, предназначена за мониторинг за метални фрагменти в хранителни продукти  
Специализирана образователна платформа;
3. Специализирана платформа за управление на видеозаписи при онлайн обучение - образователната платформа Hydra Educational Platform (HEP) - специално разработена за учебни цели в ТУ-Габрово;
4. Безконтактно ултразвуково изследване;
5. Проектиране на система, даваща локална краткосрочна прогноза за времето, базирана на микроконтролер със свързани към него множество сензори за мониторинг на различни параметри на околната среда, за която е проектиран адаптиращ се алгоритъм към локалните особености на терена и натрупаните статистически данни от локални измервания;
6. Безконтактно микровълново определяне на скорост;
7. Оптимизиране на Големи данни за електронни магазини;
8. Подход за симулиране на процеса на обработка на зашумени сигнали;
9. Симулационно изследване на електромеханична спирачка, свързана към една от фазите на асинхронен електродвигател;
10. Изследване на акумулаторни батерии.

### **1. Проектиране и разработване на автоматизирани системи.**

Тематичното направление включва публикациите [В.4.1, В.4.2, Г.8.6, Г.8.11, Г8.15, Г.8.18].

В публикации [В.4.1, В.4.2] е представено разработването на хардуерната [В.4.1] и софтуерната [В.4.2] страна на базирана на микроконтролер автоматизирана система за оранжерийно отглеждане на гъби. За по-успешно оранжерийно производство е важно да се извлече максимума от всеки период или фаза на развитие на отглеждания продукт. Системата е напълно автоматизирана в отделните фази на развитие на отглежданата продукция, а наблюдението на параметрите на микроклимата и почвата, както и управлението на процесите се осъществява чрез измервателни сензори и изпълнителни механизми, разположени на избрани места в оранжерията. Има подобни контролери и системи за големи производствени предприятия от различни производители, но основният недостатък е високата им цена. Това дава основание да се търси решение на по-ниска цена с компоненти, предлагани в търговската мрежа, използвайки платформата Arduino. Основната цел на разработения прототип на системата е да бъде изградена със сравнително евтини компоненти, но да предлага достатъчно

функционалност и адаптивност за наблюдение и контрол на различните технологични процеси във всички фази на оранжерийното отглеждане на различни видове гъби. Разработената система за автоматизация е предназначена за малки производствени оранжерии. Хардуерът на прототипната система е изграден със сравнително евтини компоненти и е базиран на Arduino платформа. Проектиран е локален опростен потребителски интерфейс към системата за избор на режим на работа и визуализиране на текущо измерените и зададени параметри. Представен е алгоритъмът на работа, както и използваните програмни библиотеки. Представени са резултати от проведени различни реални тестове на прототипната система, за да се докаже нейната работоспособност в различни режими на работа, при всяка от дефинираните пет основни фази на отглеждане на гъби при различни ситуации относно въведените за контролиране и текущо измервани параметри на микроклимата и почвата.

В доклад [Г.8.6] е показан процесът на разработване на сушилня за преработено месо за домашни цели на базата на микроконтролер Arduino с циклично действие в затворена камера, с контролиране на понижена температура и относителна влажност на въздуха чрез Пелтие елемент, както и подналягане в камерата с вакуумна помпа, с локален графичен LCD с тъч функция, с възможност за задаване на параметри за контролиране и различни условия за край на програмата на сушене. Представена е функционалната блокова схема на сушилнята. Направен е избор на компонентите и възлите за реализация. Графичният потребителски интерфейс е реализиран чрез дисплей Nextion, който има тъч функционалност. Представен е и е описан алгоритъмът на работа на сушилнята. На негова база е изработен софтуерът за микроконтролер Arduino. Разработеният сушилен модул дава възможност да бъде адаптиран за процеса на сушене на други материали без промени в текущата хардуерна конфигурация.

Доклад [Г.8.11] представя нов експресен подход за синтез на фърмуер за микропроцесорни системи за малка автоматизация. Микропроцесорната вградена система е реализирана от 8-битов микроконтролер C8051F120. Входовете и изходите са галванично изолирани от сензори и активатори. Дадена е пълната принципна схема на микропроцесорната система. Предложеният алгоритмичен подход се основава на последователни диаграми. Новата идея е сливане на диаграми на състоянието на автоматите на Мур и логически диаграми на фърмуера за микропроцесорни системи. Сравняват се класическият метод с диаграма на състоянието и предложеният подход. Извършват се функционални и ценови анализи.

В [Г.8.18] е представено схемно решение на система за идентификация на храни. Системата е предназначена за контрол на качеството и безвредността на храните, както и за тяхната идентификация. Използва се ултразвуков безконтактен метод. Схемата е на базата на едночипов микроконтролер PIC16F84A. Идентификацията се извършва с помощта на персонален компютър, а данните от текущите измервания се дискретизират и прехвърлят от цифров осцилоскоп. Представени са алгоритми на софтуера за микроконтролера и е описан подробно принципът на работа на системата.

## **2. Проектиране и прототипна реализация на вградена система, базирана на Arduino микроконтролер, предназначена за мониторинг за метални фрагменти в хранителни продукти.**

Тематичното направление включва публикациите [В.4.3, В.4.4].

В публикациите е представено разработването на хардуерната [В.4.3] и софтуерната [В.4.4] страна на базирана на микроконтролер Arduino автоматизирана система за мониторинг за метални фрагменти в хранителни продукти. Работата е насочена към дизайна и хардуерната реализация на устройството. Предлаганите подобни разработки с индустриално приложение от фирми са на относително висока цена. Това дава основание да се търси решение на по-ниска цена с компоненти, предлагани в търговската мрежа, използвайки платформата Arduino. От известните методи за откриване на метални фрагменти е избран методът на Индукционния импулс (Induction Pulse method). Настоящата разработка би могла да се приложи например в

малки фирми с дейност в хранително-вкусовата промишленост, в търговската мрежа, в заведения за обществено хранене, както и в дейности от други отрасли.

### **3. Специализирана платформа за управление на видеозаписи при онлайн обучение - образователната платформа Hydra Educational Platform (HEP) - специално разработена за учебни цели в ТУ-Габрово.**

Тематичното направление разглежда проектирането и реализацията на специализирана платформа за управление на видеозаписи при онлайн обучение и включва публикацията [В.4.5].

По време на COVID кризата се наложи да провеждаме дистанционно обучение. Използвахме Microsoft Teams за дистанционно обучение. Нашите студенти намериха за много полезна функцията да правят видеозаписи на лекциите, но имахме известни трудности да разчитаме на Teams за съхраняване на видеоклипове и регулиране на достъпа до тях. Създадохме специализирана платформа за управление на видеозаписите. Настоящата статия представя образователната платформа Hydra Educational Platform (HEP) - специално разработена за учебни цели в нашия университет.

### **4. Безконтактно ултразвуково изследване.**

Тематичното направление включва публикациите [В.4.7, В.4.6, Г.8.10, Г.8.14, В.4.8, Г.7.1, Г.8.4, Г.8.5, Г.8.7, Г.8.12, Г.8.13, Г.8.16, Г.8.17, Г.8.19].

В статия [В.4.7] е разгледана теоретично възможността за извършване на ултразвукови изследвания на среди и материали, тъй като една от основните характеристики на ултразвуковите вълни е тяхната висока честота, позволяваща да се излъчват под формата на тесен сноп лъчи и тяхното разпространение да се изследва с методите на геометричната оптика. Това позволява ултразвукът да се използва за научни и приложни изследвания. По естеството на разпространение и абсорбция в газове, течности и твърди вещества може да се получи ценна информация за структурата и свойствата на веществата. Тази статия разглеждат концепции за структурата, функциите и изграждането на хардуерно-софтуерна система, предназначена за безконтактно ултразвуково изследване на среди и материали.

В статия [В.4.6] е описано проектирането и реализацията на устройство за безконтактно ултразвуково изследване на материали. Представено е схемно решение на устройството, в което са предвидени няколко ключови характеристики за работа с цел по-голяма универсалност. Представени са блокови схеми на алгоритми на софтуера, необходим за някои режими на работа на устройството с микроконтролер PIC16F84A. Тези режими са свързани с начина на възбуждане на ултразвуковия предавател и синхронизирането на измерването. Подробно е описан принципът на работа на системата. В този случай измервателният модул осигурява базова функционалност за излъчване на ултразвукови вълни, за усилване на приетите ехо-вълни и за приемане и изработване на синхронизиращи импулси от/към външно устройство за измерване, например цифров осцилоскоп, към който се извежда усиленият аналогов сигнал.

Доклад [Г.8.10] описва компютърно базирана система за безконтактно изследване на материали с помощта на ултразвукови вълни, състояща се от интелигентен измервателен модул и компютър. Измервателният модул се използва за изследване на материали (обекти) с цел тяхното разпознаване (класификация). След облъчване с ултразвукови вълни и отразяването им от изследвания обект, те се приемат и преобразуват в електрически сигнали. след което те се дискретизират и временно съхраняват в измервателния модул. По късно се прехвърлят към компютърната система чрез определен комуникационен протокол, където данните се съхраняват и обработват на няколко етапа. Комуникацията между интелигентния ултразвуков измервателен модул и компютъра се осъществява чрез USB интерфейс. Чрез набор от дефинирани команди се извършват настройки на хардуерните компоненти в модула и прехвърлянето на дискретизираните данни от текущото измерване. Представеният в публикацията измервателен модул е наречен „Интелигентен ултразвуков измервателен

модул“, тъй като е базиран на изцяло нова платформа, специално разработена за целта платка с 32-битов микроконтролер (PIC32MX695P), за безконтактно ултразвуково изследване на среди и материали, който може да се управлява и настройва чрез дефиниран набор от команди по USB интерфейс, да извършва автономно единични или многократни измервания със зададена възбудителна честота, амплитуда на излъчване, коефициент на усилване на приетия сигнал, праг на задействане, аналогово-цифрово преобразуване, както и да измерва паралелно температура и влажност на въздуха за корекции на измереното разстояние до изследвания обект. В публикацията са представени също дефинираните команди с техните параметри и действие.

В доклад [Г.8.14] са описани дизайнът и реализацията на интелигентен ултразвуков сензор, предназначен за безконтактно изследване на материали. Представено е схемно решение на това устройство, както и при разработването му са прогнозирани някои основни възможности за работа с цел по-голяма универсалност.

В статия [В.4.8] е предложен метод за класифициране на експлозивни прахообразни вещества Ammonite-ZH-B-E, Ammonite-E и Trotyl чрез безконтактно ултразвуково получаване на информация. Приетите сигнали се обработват с помощта на ортогонални базисни функции на уейвлет на Haar (Daubechies 1), Daubechies, Coiflets и Symlet. Изследвано е приложението на този метод в системите за автоматична класификация, като се акцентира върху частта, свързана с формирането на признакови комплекси за причисляване на експлозив към предварително дефиниран клас. Чрез използване на дискретни уейвлет трансформации (DWT) с гореспоменатите ортогонални уейвлети са формирани пространствата на отличителните характеристики на класификаторите, които работят с правило за вземане на решение, следващо метода на k-най-близкия съсед (KNN). Чрез използването на така синтезираните класификатори е класифицирана тестова проба и е получен много добър резултат (обща прецизност, 98%) при прилагане на уейвлета на Хаар (Daubechies 1).

В [Г.7.1] е предложен модел за определяне на граничните разстояния на работната зона на успоредно разположени ултразвукови сензори, когато за изследователските цели се използват отразените вълни от повърхността на обект. Моделът може да се използва за изчисляване и симулиране на оптимално разстояние до изследвания обект и за правилно разполагане на ултразвукови сензори в измервателно устройство.

Предмет на работата в [Г.8.4] е разработването на контролер за измерване на скорост и посока на вятъра с четирираменен ултразвуков анемометър, базиран на платформа Arduino и ултразвукови модули за измерване на разстояние. Целта на разработката е проучване на възможността, чрез използването на относително евтини компоненти в системата, да се реализира функционалността на ултразвуков анемометър с LCD дисплей за извеждане на данните от измерванията. Резултатите от работата могат да се използват за образователни цели, както и като база за развитие при създаването на бъдещи разработки на подобни устройства.

В доклад [Г.8.5] се обсъждат полезни електронни схеми за работа с пиезоелектрични ултразвукови сензори. Представените схеми са подходящи за изграждане на устройства за излъчване и приемане на ултразвукови вълни при работа с един или повече ултразвукови сензори. Схемите могат да се използват в системи за тестване на храни и материали за тяхното качество и идентификация, както и за изследване на нови алтернативни енергийни източници и системи за събиране на енергия.

Доклад [Г.8.7] предлага безконтактен и неразрушителен метод за характеризирание на хранителни пани. Методът се основава на използването на ултразвуков излъчвател и приемник, които засичат отразените сигнали от облъчвания обект. Резултатите са обработени по метода на спектралния анализ на сигналите - Discrete Wavelet Transform (DWT) на Haar, реализиран с бързо преобразуване.

В статия [Г.8.12] е предложен метод за класификация на металите. Използва се ултразвуков безконтактен ехолокационен метод за събиране на информация от тествани метални проби, изработени от алуминий, хром-никел, месинг, мед, чугун и стомана.

Отразеният сигнал се приема и обработва с помощта на методи за разпознаване на изображения. За формиране на признаци за класификация е приложен апарат на дискретните уейвлет трансформации с ортогонални уейвлет базисни функции. Класификацията се осъществява по метода на “k-най-близките съседи” (kNN). Показани са получените данни и е направена оценка на грешките при класификацията.

Основната особеност на ултразвуковите вълни е тяхната висока честота, която позволява те да се излъчват под формата на тесен сноп лъчи и тяхното разпространение да се разглежда според методите на геометричната оптика. Това позволява ултразвукът да се използва за научни и приложни изследвания. Според характера на неговото разпространение и поглъщането му в газове, течности и твърди тела може да се получи ценна информация за свойствата и структурата на веществата. Доклад [Г.8.13] се занимава с използването на апаратно-програмна система, предназначена за безконтактно ултразвуково разпознаване на твърдостта на стоманата, като са представени компонентите от функционалната схема – ултразвуков измервателен модул (извеждащ аналогови сигнали), измервателен модул на National Instruments или цифров осцилоскоп (за извършване на дискретизиране на сигнала и извършване на измерванията) и компютърна система (за управление на измерванията (с разработено приложение в LabVIEW), за съхраняване и обработка на получените резултати (с MATLAB)). Представена е опитната установка за провеждане на измерванията и подготвените образци от закалена стомана с различна еталонно потвърдена твърдост чрез други методи. В [Г.8.15] е обърнато повече внимание на обработката на данните от измервания чрез MATLAB с помощта на изкуствена невронна мрежа (ANN), която е обучена с данни от измервания на образци от закалена стомана с различна еталонно потвърдена твърдост и получените резултати от разпознаването на образци, които не са били използвани при обучението.

В [Г.8.16] е представен един подход за измерване на разстояние до неподвижни обекти чрез ултразвукови вълни, генерирани от пиезоелектричен преобразувател. Използван е звуков ехолокационен принцип. Теоретично е изследвано поведението на пиезоелектричен преобразувател с форма на диск на базата на създадените модели. С помощта на продукта Matlab Simulink е симулирана работата на пиезоелектричния преобразувател в разглежданата система. Вследствие на симулацията са получени и графично представени динамичните процеси, протичащи в системата. Направен е анализ на получените резултати и изводи, които са основа за разработване на функционален модел на цифрово устройство за измерване на разстояние до неподвижни обекти във въздушна среда.

В [Г.8.17] е представено проектиране на устройство за измерване на разстояние с ултразвук до неподвижни обекти. Използван е звуков ехолокационен принцип. Синтезирана е принципна електрическа схема на устройството с микроконтролер ATmega8 и LCD дисплей за визуализация. Направено е описание на принципа на действие на схемата. Излъчвателят и приемникът на ултразвукови вълни са пиезокерамични преобразуватели. Предвидена е корекция на скоростта на ултразвука в зависимост от температурата на средата за разпространение, както и според заложените в паметта стойности на грешката за различни разстояния. Разработени са алгоритъм за работата на устройството и програмното му осигуряване. Приложени са данни от измерванията с цифровото устройство и са направени изчисления за грешките. Представените данни са сравнени с показанията на инкрементална линия с точност 20  $\mu\text{m}$ . Направени са изводи за повишаване на точността на измерванията.

В [Г.8.19] е представено проектирането на акустична система за паркиране на автомобили, базирана на едочипов микроконтролер PIC16F84A на Microchip. За измерване на разстоянието зад автомобила до близки обекти се използва принципът на ехолокацията. Изпращат се ултразвукови вълни, които след отразяването им от обект зад автомобила се приемат. След това се отчита времето от момента на предаването им до момента на връщането им. Измереното време е пропорционално на разстоянието до обекта, тъй като скоростта на разпространение на ултразвуковите вълни във въздушна среда е известна и температурата оказва слабо влияние върху нея. В работата не е въведена температурна корекция поради пониските изисквания за точност на измерванията.

## **5. Проектиране на система, даваща локална краткосрочна прогноза за времето, базирана на микроконтролер със свързани към него множество сензори за мониторинг на различни параметри на околната среда, за която е проектиран адаптираш се алгоритъм към локалните особености на терена и натрупаните статистически данни от локални измервания.**

Тематичното направление включва публикации [Г.8.21, Г.8.20, В.4.10, В.4.9].

В [Г.8.21] е дадено конкретно решение за създаване на информационна система за визуализация на температура, налягане и време, изградена на модулен принцип. Техническото решение се основава на използването на микроконтролер PIC16F873, сензори за температура и налягане, часовник за реално време, светлинен дисплей с контролен блок и RS232 комуникация. Светлинният дисплей е изграден от светодиоди, разположени като матрица. За комуникация с часовника за реално време и сензорите се използва I2C интерфейс.

В [Г.8.20] се разглежда конкретното решение за създаване на вградена система на модулен принцип за събиране, обработка и визуализация на данни, свързани с температура, атмосферно налягане, влажност, скорост и посока на вятъра, предназначени за даване на краткосрочна прогноза за времето. Системата отчита и визуализира на дисплей и текущото време, посредством вградения часовник. Визуализацията се осъществява с помощта на седемсегментна цифрова индикация и светодиоди (LED). Системата е базирана на on-chip микроконтролер от тип PIC16F877.

В публикация [В.4.10] е представена алгоритмична реализация на система за краткосрочна прогноза на времето, която извършва събиране, обработка и визуализация на информация, свързана с параметрите температура, атмосферно налягане, влажност, скорост и посока на вятъра. Предложеният алгоритъм се определя от съпоставянето на събраните статистически данни с текущо измерените данни, върху избраните методи за прогнозиране на времето и определената корелация между обработените метеорологични величини. Изборът на методите за прогнозиране на времето се извършва в зависимост от необходимите входни данни и ресурсите за тяхното реализиране.

В публикация [В.4.9] се представя подобряването на хардуера и оптимизирането на алгоритъма на разработена от авторите система за краткосрочна прогноза на времето. С цел разчитане на повече параметри са предложени някои решения, свързани с даването на точни прогнози. Възможностите на системата се разширяват и чрез безжична комуникация и достъп до Интернет за връзка с други подобни системи и/или Интернет сървъри за метеорологична информация. Алгоритъмът на работа на системата е оптимизиран, като за базови методи за прогнозиране са приети методите Trends и Persistent, а отчитането на повърхностните ефекти е редуцирано до влиянието на вятъра, влажността и облачността. Това води до намаляване на изискванията за обработващи ресурси на използвания микроконтролер и обема на обработваните статистически данни. Взети са под внимание някои съвременни методи за сондиране на атмосферата и чрез тях да се повиши точността и да се разшири обхватът на дадените прогнози.

## **6. Безконтактно микровълново определяне на скорост.**

Тематичното направление включва публикации [Г.8.1, Г.8.2].

В [Г.8.1] се представя подход за измерване на скоростта на движение на обекти с помощта на микровълнов радарен модул (ключ) RCWL-0516, предназначен за засичане на присъствие. Принципът на измерване се основава на микровълново излъчване от модула, което се отразява от движещ се обект, намиращ се в неговия обхват. Отразените вълни се приемат и преобразуват в електрически сигнал с честота, която има лека промяна с така нареченото Доплерово изместване, което зависи от скоростта на приближаващия или отдалечаващия се обект. В доклада се предлага модификация в електрическата схема на микровълновия модул, базиран на интегралната схема RCWL-9196. Чрез подходяща последваща обработка на изходния сигнал от модула ще може да се определи скоростта на движение на обекта. С направените модификации на сензорния модул RCWL-0516 в бъдеще

могат да се извършат експериментални изследвания като доказателство за неговата работоспособност и приложимост.

В доклад [Г.8.2] се представя разработването на софтуер за микроконтролер от платформата Arduino, управляващ процесите в система за измерване на скоростта на движещи се обекти с помощта на микровълнов радар (ключ) RCWL-0516. В схемата на последния са направени модификации, чрез които става възможно извеждането на цифров сигнал, съответстващ на удвоената доплерова честота, която зависи от скоростта на движещия се обект в обхвата на сензора. Основните цели на софтуера са да автоматизира процесите на измерване и анализ на импулсите, получени от модифицирания микровълнов сензор, обработка на данни, визуализация и внедряване на потребителски интерфейс. Представени са обобщени алгоритми на работа, избран е подходящ Arduino контролер според дефинираните функционалности и изисквания на измервателната система. Представени са резултати от проведени тестове за доказване на работоспособността и функционалността на системата.

### **7. Оптимизиране на Големи данни за електронни магазини.**

Тематичното направление включва публикацията [Г.8.3].

За фирмите с дейност, свързана с електронна търговия, все по-голямо значение има клиента и комуникацията с него чрез използването на съвременни технологии – уеб страници с информация за услугите и координатите на фирмите, възможност за даване на рейтинг (оценка) за извършени услуги от клиенти, мобилни приложения за различни устройства, обвързване със социални мрежи, рекламиране на дейности и услуги и т.н. Съществуват тенденции за нарастване на обемът данни, които се генерират при функционирането на Електронните магазини, както и на техният брой. Възможно е да се използват възможностите на Големите данни не само като хранилища на данни, но също и за създаването и поддържането на електронните магазини, както и за анализирането на техните данни. В доклад [Г.8.3] се представя обобщен анализ на електронните магазини от гледна точка на данните, които са нужни за тяхното създаване като уеб страници, както и данните, които са нужни за функционирането им като магазини. Целта е да се адаптират данните универсално за всякакъв вид електронен магазин по подходящ начин за изграждането им на базата на създадени платформени приложения в среда на Големи данни. Представена е кратка класификация на различните видове данни, необходими за функционирането на електронните магазини. Описани са основните фази, през които се преминава при разработването на един електронен магазин. Представени са накратко процесите при извършване на основните дейности в даден магазин. Посочени са някои основни насоки и възможности за използване на Големи данни при електронните магазини. Докладът би бил от полза също и за други бизнеси, които се базират на интернет технологиите, както и за такива, които използват уеб пространството само като допълнение към физическата реализация на дейността им, които са тръгнали по пътя на глобалната дигитализация.

### **8. Подход за симулиране на процеса на обработка на зашумени сигнали.**

Тематичното направление включва публикацията [Г.8.8].

Доклад [Г.8.8] разглежда концепцията за изграждане и внедряване на специализиран подход, предназначен да поддържа процеса на разработване и симулация на седмични шумни сигнали за целите на университетското обучение, базиран на хардуер, софтуер и мултимедийни средства.

### **9. Симуляционно изследване на електромеханична спирачка, свързана към една от фазите на асинхронен електродвигател.**

Тематичното направление включва публикацията [Г.8.9].

В [Г.8.9] е представен създадения симуляционен модел в MATLAB за симуляционно изследване на електромеханична спирачка с автоматичен контрол на въздушната междина, която е включена в една от фазите на трифазен асинхронен двигател. Представени са

симулационни резултати при различно натоварване и за различни честота на захранващото напрежение от инвертора (8, 20, 35, 50, 60) Hz.

#### **10. Изследване на акумулаторни батерии.**

Тематичното направление включва публикацията [Г.8.22].

В [Г.8.22] са описани основните характеристики на различни видове акумулаторни батерии и някои от функционалните възможности на някои реални системи за техния анализ. Показани са основните методи за определяне на някои важни параметри на акумулаторни батерии. Представена е обща схема на устройство, което притежава функционални възможности да извършва идентификация (анализ) на акумулаторни батерии, да ги зарежда и да извършва сервизното им обслужване.