



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ
МАШИНОСТРОИТЕЛЕН ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА „ПРЕЦИЗНА ТЕХНИКА И УРЕДОСТРОЕНЕ“

маг. физ. ЗЛАТКА ДИМИТРОВА ЧАВДАРОВА-ХРИСТОВА

МЕТРОЛОГИЧНО ОСИГУРЯВАНЕ НА ТРАФИК КОНТРОЛА

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертация за придобиване на образователна и научна степен

"ДОКТОР"

Област: 5. Технически науки

Професионално направление: 5.1 „Машинно инженерство“

Научна специалност: „Метрология и метрологично осигуряване“

Научни ръководители:

1. доц. д-р Васил Йорданов Богев

2. доц. д-р Христиана Николаева Николова

СОФИЯ, 2024 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Катедрения съвет на катедра „Прецизна техника и уредостроене“ към Машиностроителен факултет на ТУ-София на редовно заседание, проведено на 14.10.2024 г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 03.02.2025 г. от 15:00 часа в Конферентната зала на БИЦ на Технически университет – София на открито заседание на научното жури, определено със заповед № ОЖ-5.1-91/ 21.11.2024 г. на Ректора на ТУ-София в състав:

1. проф. дн. инж. Димитър Иванов Дяков - председател
2. доц. д-р инж. Христиана Николаева Николова – научен секретар
3. проф. дн инж. Димитър Андонов Дичев
4. проф. д-р инж. Илия Славов Железаров
5. проф. д-р инж. Бранко Душков Сотиров

Рецензенти:

1. проф. дн инж. Димитър Андонов Дичев
2. проф. д-р инж. Бранко Душков Сотиров

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Машиностроителен факултет на ТУ-София, кабинет № 3242.

Дисертантът е редовен докторант към катедра „Прецизна техника и уредостроене“ към Машиностроителен факултет. Изследванията по дисертационната разработка са направени от автора, като някои от тях са подкрепени от научноизследователски проекти.

Автор: маг. физ. Златка Димитрова Чавдарова-Христова

Заглавие: Метрологично осигуряване на трафик контрола

Тираж: 30 броя

Отпечатано в ИПК на Технически университет – София

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

Пътните инциденти са признати от Световната здравна организация (СЗО) и Организацията на обединените нации (ООН) като сериозно предизвикателство пред постигането на поставените цели за здраве и развитие в световен мащаб. Европейския съюз (ЕС) предприема политики и поставя цели 50% по-малко загинали и 20% по-малко ранени към 2020 г. спрямо изходната 2010 г.

Икономическите последици от катастрофите с моторни превозни средства се оценяват на 1,8 трилиона щатски долара, приблизително еквивалентни на 10–12% от световния брутен вътрешен продукт (БВП). В случай, че не се предприемат незабавни и ефективни действия, пътнотранспортните произшествия може да станат петата водеща причина за смърт до 2030 г. в света, което води до приблизително 2,4 милиона смъртни случая всяка година.

Доказването на валидността на измерванията извършени от средствата за измерване използвани при контрола на трафика и осигуряването на безопасно движение по пътищата, е обект на дисертационния труд.

Цел на дисертационния труд, основни задачи и методи за изследване

Цел: Осигуряване на качеството на безопасност на движение по пътищата чрез оценка на ефективността на метрологичното осигуряване на средствата за измерване, използвани за установяване употребата на алкохол - анализатори за алкохол в дъха (ААД).

За реализиране на тази цел чрез разработване на теоретични модели и извършване на експериментални изследвания в дисертационния труд се решават следните основни задачи:

Задача 1: Анализ на нормативната уредба, регламентираща изискванията към анализатори за алкохол в дъха.

Задача 2: Разработване на процедура за изпитване и методика за проверки на анализаторите за алкохол в дъха и провеждане на изследвания за верификацията им.

Задача 3: Определяне и оценка на приносите на неопределеността на резултата от измерване на алкохолна концентрация с анализатори за алкохол в дъха.

Задача 4: Изследване на нормативно определения период за проверка на анализатори за алкохол в дъха.

Задача 5: Разработване на модул за комуникация и контрол за повишаване на ефикасността на контрола и предотвратяване на предпоставките за корупция.

Научна новост

Разработен е алгоритъм на процеса по изпълнение на държавната политика за безопасност на движението по пътищата на Република България.

Разработени и изследвани са методики за изпитване и проверка на анализатори за алкохол в дъха. Дефиниран е математичен модел, формиращ бюджета на неопределеност на резултата от измерване на алкохолна концентрация с анализатори за алкохол в дъха и експериментално е доказано влиянието на неопределеността на измерване на алкохолната концентрация при прилагането на методика за изпитване и методика за проверка на анализатор за алкохол в дъха.

Практическа приложимост

Резултатите от дисертационния труд намират пряко практическо приложение при метрологичен контрол на анализатори за алкохол в дъха и гарантират точност и достоверност на резултата от измерване на алкохолна концентрация с анализатори за алкохол в дъха.

Разработения модул за комуникация и контрол, осигурява прозрачност при налагането на административни и/или наказателни постановления, както и контрол на възможности за възникване на предпоставки за корупция.

Апробация

Теоретичните разработки и експерименталните резултати от дисертационния труд са докладвани на:

1. ММА 2024, XXXIV ISS 'Metrology and Metrology Assurance 2024;
2. ММА 2023, XXXIII ISS 'Metrology and Metrology Assurance 2023;
3. Българско списание за инженерно проектиране, брой 45, октомври 2022 г;
4. XXVII ISS Metrology and Metrology Assurance 2017;
5. XI-та научно-практическа конференция „Метрология 2014 Измерванията и глобалното енергийно предизвикателство“, 20.05.2014, гр. София;
6. XXIII МНС „Метрология и метрологично осигуряване 2013“, гр. Созопол;
7. XXII МНС „Метрология и метрологично осигуряване 2012“, Созопол;
8. XVII МНС „Метрология и метрологично осигуряване 2007“, Созопол.

Публикации

По темата на дисертацията са направени девет публикации, от които четири самостоятелни и пет в съавторство. Една от публикациите е в българско списание, една на научно-практическа конференция в България, пет в реферирани трудове на международни конференции в България и две в трудове на международни конференции, индексирани в наукометричната база данни SCOPUS.

Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от 183 страници, като включва увод, 4 глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо 107 литературни източници, като 46 са на латиница и 48 на кирилица, а останалите са интернет адреси. Работата включва общо 39 фигури и 25 таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

II. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ПРОБЛЕМА. ФОРМУЛИРАНЕ НА ЦЕЛТА И ЗАДАЧИТЕ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ

1.1 Законодателна рамка за подобряване на безопасността на движението по пътищата на Република България

За намаляване на статистиката на пострадалите в пътнотранспортни произшествия в България, Министерството на вътрешните работи разработва Национална стратегия за подобряване на безопасността на движението по пътищата на Република България за периода 2011 – 2020 г. и 2021 - 2030 г. В изпълнение на Националната стратегия са разработени и приети и секторни стратегии на отделни министерства, с които съответните институции декларират своята политическа и професионална ангажираност за конкретен принос в реализирането на поставените цели. Изпълнявайки заложените мерки са регистрирани положителни тенденции при пътнотранспортните произшествия, но България задържа високо ниво на травматизъм и остава далече от постигане на заложените цели в глобалните и национални политики.

1.2 Средства за измерване използвани за контролна техническата изправност на ППС и замърсяването на околната среда от МПС.

В контролно-техническите пунктове, в които се извършват периодични прегледи за техническата изправност на ППС съгласно Наредба 32 [29], за измерване на спирачните системи на ППС се използват стендове за измерване на спирачни сили на ППС. За измерване на емисиите в отработените газове от МПС се използват газоанализатори на отработени газове от МПС и димомери.

1.3 Средства за измерване използвани за контрол на скоростта и установяване на употребата на алкохол.

Скоростомерите са средства за измерване предназначени за контрол на скоростта на моторни превозни средства. В световен мащаб съществуват различни класификации за средства за измерване на скорост, в зависимост от принципа на измерване, монтажа или начина на употреба. В националното законодателство изискванията за тези СИ са дадени в Раздел XXXVI Скоростомери от Наредбата за СИ [32].

Средства за измерване, които се използват за установяване концентрацията на алкохол на водачите на моторни превозни средства са анализатори за алкохол в дъха. Анализаторът за алкохол в дъха е предназначен да се използва за определяне концентрацията на етилов алкохол в издишвания от белите дробове въздух.

1.4 Права и задължения на участниците в движението на пътя

От представения анализ и данни за осигуряване на безопасността на движението по пътищата, чрез контрол на трафика са идентифицирани пет средства за измерване, подлежащи на метрологичен контрол съгласно ЗИ [18]. Определени са технически и метрологични изисквания към тях и методите за контрол. За всеки етап от осигуряване на точността на измерванията с тези СИ са определени отговорните институции, както и контролните и надзорни дейности.

1.5 Основни изводи и констатации по Глава 1:

1. От представения анализ и данни за осигуряване на безопасността на движението по пътищата, чрез контрол на трафика са идентифицирани пет средства за измерване, включващи газоанализатори на отработени газове от МПС, димомери, стендове за измерване на спирачни сили на ППС, скоростомери и анализатори за алкохол в дъха, които подлежат на метрологичен контрол съгласно ЗИ [18]. Определени са технически и метрологични изисквания към тях и методите за контрол. За всеки етап от осигуряване на валидността и достоверността на резултата от измерванията с тези СИ са определени отговорните институции, както и контролните и надзорни дейности.

2. Липсата на автоматично предаване на данни от анализаторите за алкохол в дъха и необходимостта от оператор, в процеса на използването му, дава възможност за предпоставки за корупция.

3. Дадената възможност от Закона за движение по пътищата да се установява употребата на алкохол на водачите на МПС по два метода чрез медицинско и химическо лабораторно изследване или чрез изследване с техническо средство (анализатор за алкохол в дъха), създава възможност за обжалване на резултатите от измерване с анализатор за алкохол в дъха.

Въз основа на изложеното са формулирани посочените в **раздел I** на автореферата цел и основни задачи на дисертационния труд

ГЛАВА 2. ПОДОБРЯВАНЕ НА БЕЗОПАСНОСТТА НА ДВИЖЕНИЕТО ПО ПЪТИЩАТА ЧРЕЗ ОСИГУРЯВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО НА ТРАФИК КОНТРОЛА

На базата на представената информация и идентифицираните проблеми в глава 1, в тази глава са развити теоретичните модели за метрологичното осигуряване на средствата за измерване използвани за контрол на трафика за установяване употребата на алкохол от водачите на моторни превозни средства.

2.1 Разработване на алгоритъм на процеса на изпълнение на държавната политика за безопасност по пътищата на република България

Предложеният механизъм може да се разглежда, като рамка за идентифициране на законовите задължения, като система за усъвършенстване на дейността на институциите и координация между институциите и заинтересованите страни, както и като възможности за разширяване на партньорството със заинтересованите страни (държавни институции, лаборатории, неправителствени организации, ползватели на СИ, оправомощени лица за проверка на СИ и др.).

Трафик контрола е важен елемент от процесът за осигуряване на безопасно движение по пътищата. Контролът се извършва чрез използване на средства за измерване, резултатите от които се използват за принудителна административна мярка или административно наказание на участниците в движението, нарушили правилата за движение по пътищата. За осигуряване на точност и достоверност на измерванията свързани с обществената безопасност се извършва метрологичен контрол.

Не добър координационен механизъм създава риск определени работни процеси да не бъдат своевременно идентифицирани и анализирани. Което е предпоставка метрологичния контрол да не се прилага ефективно.

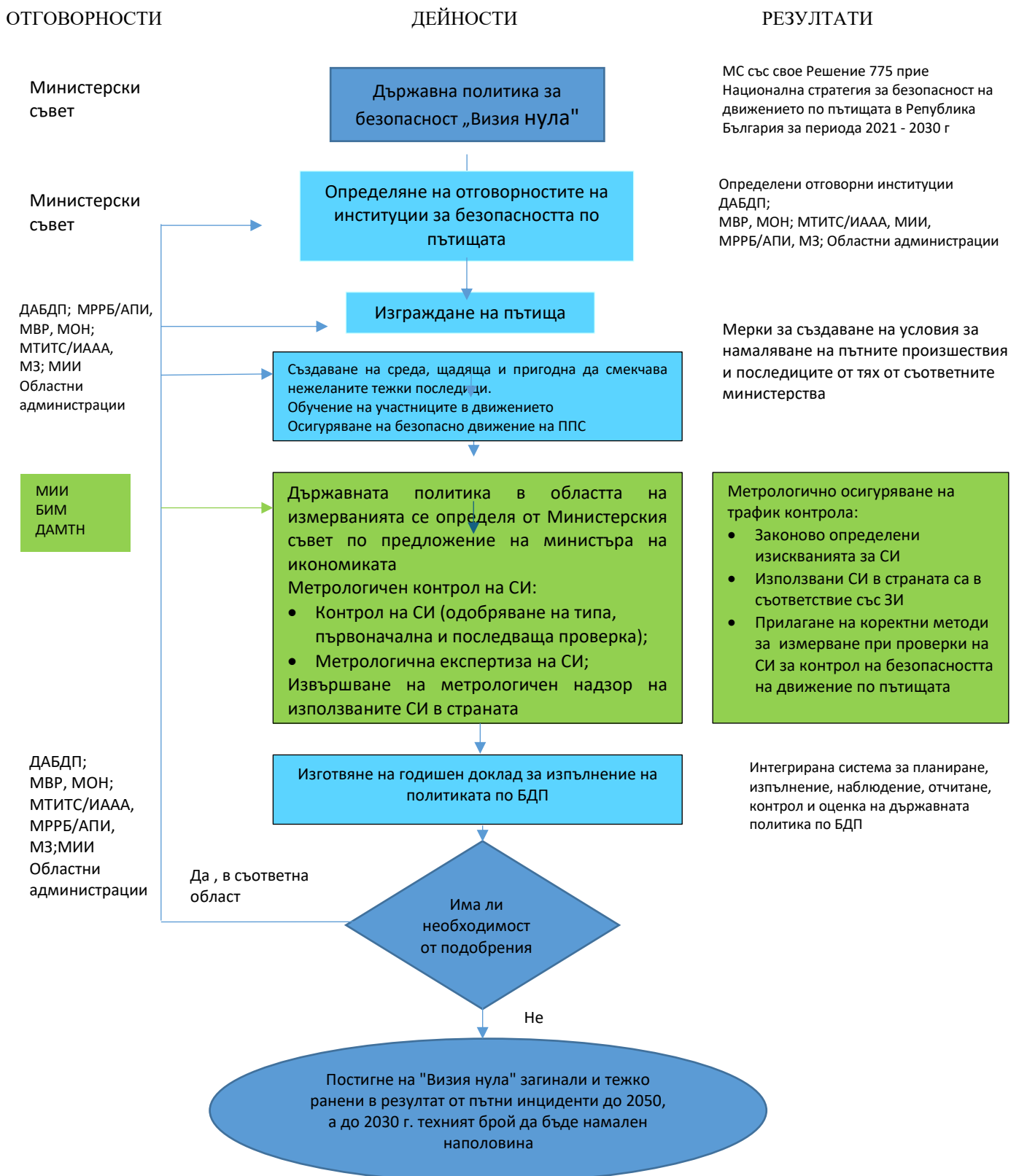
Предложеният механизъм за изграждане на система за усъвършенстване на процеса и координацията между институциите и заинтересованите от метрологичния контрол страни е създаден въз основа на източниците на проблемни области в партньорството, възможностите и подходите за преодоляването им, както и на база изводите и препоръките за оптимизиране на взаимодействието.

2.2 Нормативна база, регламентираща изискванията към метрологичния контрол на анализатори за алкохол в дъха.

В рамките на анализа са идентифицирани основни нормативни актове, имащи отношение към прилагането на метрологичното законодателство към анализаторите за алкохол в дъха.

Наредбата за средствата за измерване, които подлежат на метрологичен контрол приета с ПМС № 239/24.10.2003 г. (Наредбата за СИ, [32]) е нормативен документ в който са определени изискванията към анализаторите за алкохол в дъха, както и контрола на който те подлежат. С раздел XXXVII Анализатори за алкохол в дъха от Наредбата за СИ се въвеждат изискванията определени в препоръка на Международната организация по законова метрология OIML R 126 Edition 1998(E) “Evidential breath analyze” [82]. Последната редакция на OIML R 126 е от 2021 г., като с тази редакция са направени някои промени в метрологичните характеристики на анализаторите за алкохол в дъха и подобрения на текстовете от общ характер.

АЛГОРИТЪМ НА ПРОЦЕСА ПО ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ДЪРЖАВНАТА ПОЛИТИКА ЗА БЕЗОПАСНОСТ ПО ПЪТИЩАТА НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ



Фиг. 2.1 Алгоритъм на процеса по изпълнение на държавната политика за безопасност по пътищата на Република България

2.3 Разработване на процедура за изпитване и методика за проверка на анализатори за алкохол в дъха и обработка на резултатите от измерване

Разработените процедура и методика като цяло се базират на действащото към момента законодателство, поради което не се установяват съществени проблеми по отношение на неговото прилагане. Така разработените документи подлежат на периодична актуализация, която отразява: настъпили промени в националното законодателство и промени в други документи, като рекомендации на OIML, стандарти за качество, удостоверения за одобрени тип СИ и др.

Разработените документи се базират и на международни стандарти за качество и Рекомендации на OIML, които нямат нормативен характер. Използването на тези стандарти и рекомендации има за цел да се оптимизират съответните работни процеси на база на идентифицирани добри практики в други държави, без да се влиза в противоречие с действащата в страната правна уредба.

При разработването на процедура за изпитване и методика за проверка на анализатор за алкохол в дъха са разгледани последователността от действия при извършване на изпитване за одобряване на типа и проверки на ААД. Представена е структурата на процедурата за изпитване и на методиката за проверки на ААД.

Определени са условията за използването на техническите средства в процеса на измерване, използването на сертифициран референтен материал (СРМ) и параметрите на заобикалящата среда (като температура от 18°C до 28°C и относителна влажност на въздуха от 20 %rh до 80 %rh).

2.3.1 Изисквания към еталоните и техническите средства, използвани в процеса на измерване

От воден разтвор на СРМ чрез газгенератор-система с промивни съдове се създава наситен с водни пари газ с известна концентрация на етилов алкохол с температура 34°C. Тази парогазова смес се подава към анализатора за алкохол в дъха, като симулира профили на дишане на човек.

Системата с промивни съдове се състои от няколко колби свързани последователно, в среда с контролирана температура, например термостатична вана (фиг. 2.3). Колбите са напълнени със смес вода-еталон, с известна концентрация и въздух/газ под налягане, преминаващите през разтвора мехурчетата, в малки количества, ще бъдат нагreti, както и обогатени с етанол и вода в динамично равновесие. Свързаните последователно колби функционират като вид буфер и концентрацията на етанол може да се поддържа стабилна за определен обем на парогазовата смес.

Твърдението, че при постоянна температура количеството газ, разтворен в течност, е правопрпорционално на парциалното му налягане върху повърхността на течността е познато като закона на Хенри (уравнение 2.1) [64].

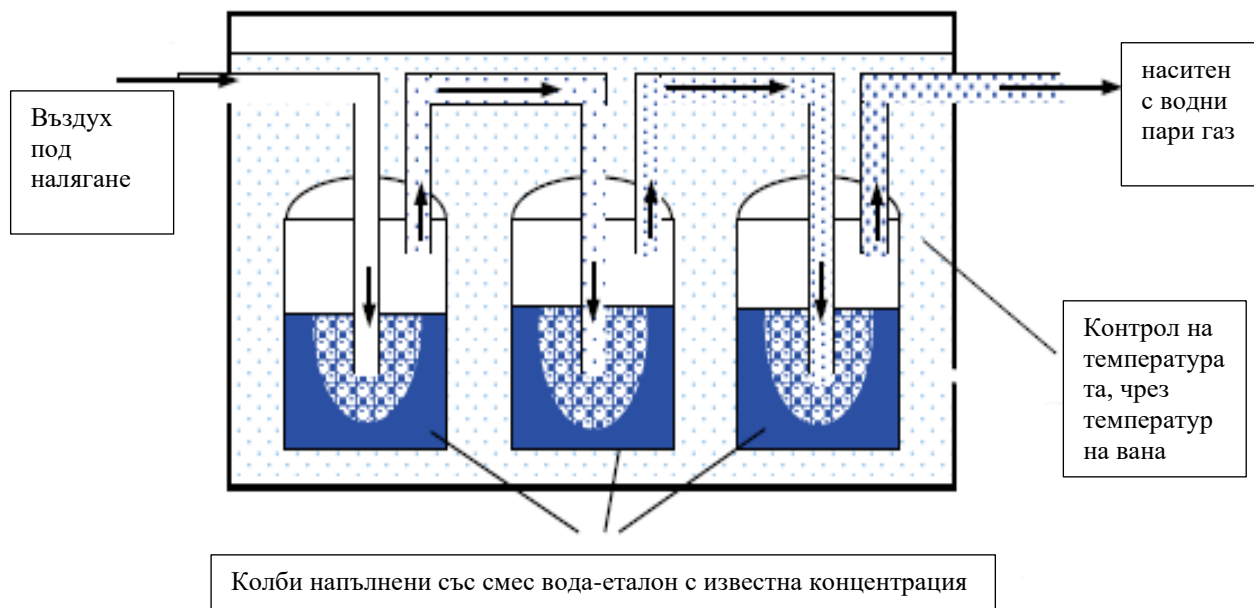
$$C = kP_{gas} \quad (2.1)$$

където:

C – е разтворимостта на газа при фиксирана температура в определен разтвор в единици mol/L;

k – е константата на Хенри, константа на пропорционалност по закона на Хенри специфична за разтвореното вещество, разтворител и температура;

P_{gas} – парциално налягане на газа, в единици на atm, kPa и т.н.



Фиг. 2.3 Система с промивни съдове с три колби

Следвайки закона на Хенри, произведената концентрация на изпитвания газ може да се променя в система с промивни съдове чрез промяна на концентрацията на разтвора в колбите или чрез промяна на температурата на СРМ.

За да се получат парогазови смеси, базирани на принципите на закона на Хенри, концентрацията на етанол в газовата фаза може да се изчисли с формулата на Дубовски [55].

Чрез формулата на Дубовски представена с уравнение (2.2) се изчислява концентрацията на етилов алкохол в кръвта съответстваща на концентрацията на етилов алкохол във воден разтвор и концентрацията на паровъздушна смес (пари на етилов алкохол, водни пари и въздух):

$$\beta_{(t)} = 0,04145 \times 10^{-3} \times \gamma_{(t)} \times e^{(0,06583 \times t)} \quad (2.2)$$

където:

$\beta_{(t)}$ - масова концентрация на етанол в тестовия газ при дадена температура t в mg/L;

$0,04145 \times 10^{-3}$ и $0,06583$ са конвенционални коефициенти на Дубовски;

$\gamma_{(t)}$ - масова концентрация на етанол във водния разтвор при дадена температура в mg/L;

t – температура на разтвора и тестовия газ в °C.

За $t=34$ °C уравнение (2.2) може да се опрости до:

$$\beta_{(34)} = 0,38866 \times 10^{-3} \times \gamma_{(34)} \quad (2.3)$$

Чрез използване на газгенератор с най-малко две колби свързани последователно се постига стабилна стойност на масовата концентрация на изхода за определено количество тестов газ, което позволява извършването на доста голям брой измервания.



Фиг. 2.4 Газгенератор тип Dräger Alcolac 9000



Фиг. 2.5 Dräger X-cal 2000 Alcohol Breath Test Simulator

На фиг. 2.4 и фиг. 2.5 са представени два различни дизайна на тестов газгенератор работещ с течен разтвор на водноалкохолна смес, използвани при направените изследвания за решаване на поставените задачи в дисертацията.

2.3.2 Изпитвания за потвърждаване на характеристиките

При метрологичното изследване се извършват тестове при различни условия, за да се определи точността на измерването.

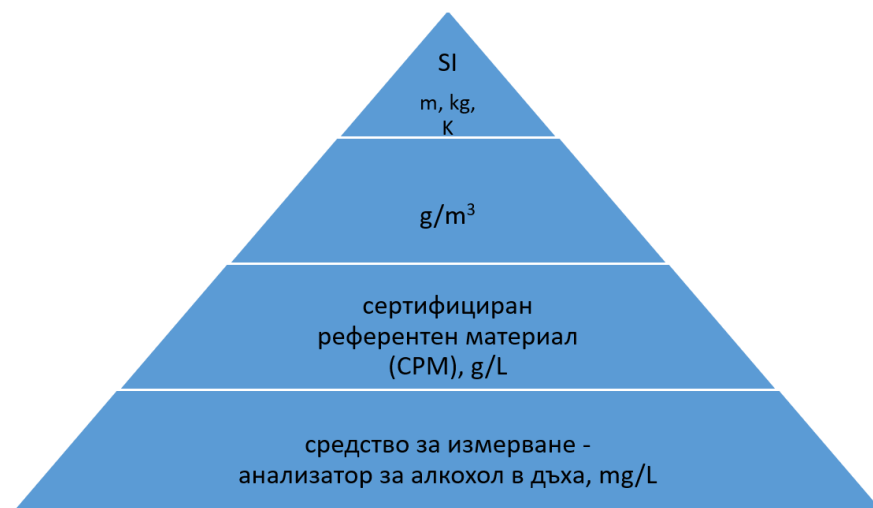
В методика за проверка на анализатори за алкохол в дъха съответно за първоначална и последваща проверка са разписани условията за извършване на необходимите тестове за оценка на характеристиките на ААД, като определяне на грешката на измерване и стандартното отклонение на резултата от измерване.

2.4 Метрологична проследимост

В тази точка е представена схема на проследимост на алкохолната концентрация (СРМ) до международна система на единици SI. Система SI е приета от Генералната конференция по мерки и теглилки (CGPM) и това е система основана на Международната система на величини (ISQ), техните наименования и символи, включително поредицата представки, заедно с правилата за използването им.

На фиг 2.7 е представена метрологичната проследимост на използваните СРМ – алкохолна концентрация при изпитване и проверки на анализатори за алкохол в дъха.

Разглеждайки нивата на пирамидата на фиг. 2.7, най-отдолу на пирамидата е поставено средството за измерване или анализатора за алкохол в дъха. ААД се изпитва и проверява с СРМ-алкохолна концентрация. СРМ е на ниво еталон, като при охарактеризирането на СРМ са използвани еталони и технически средства проследими до международни и национални еталони. Използваната единица за представяне на резултат от измерване е mg/L, това е производна единица, като литъра L се използва като единица за обем, но е извън системата SI. Стандартната единица за обем в SI е кубичният метър – m³ (1 m³ е равен на 1000 литра). Проследявайки връзката на производните единици се достига до основните величини: дължина (m), маса (kg) и термодинамична температура (K).



Фиг. 2.7 Схема за метрологична проследимост на CPM - алкохолна концентрация до SI

2.5 Оценка на приносите на неопределеността на измерване на алкохолната концентрация с анализатор за алкохол в дъха.

Съставен е математически модел формиращ бюджета на неопределеност при измерване на алкохолната концентрация с анализаторите за алкохол в дъха, компонентите на тази неопределеност и на тяхното изчисляване и комбиниране. Използвани са два типа за оценяване на компонентите на неопределеността от измерване тип А и тип Б.

2.6 Основни изводи и констатации по Глава 2:

1. Разработеният алгоритъм на процеса по изпълнение на държавната политика за безопасност по пътищата на Република България показва връзките между отговорните институции, дейностите и взаимовръзките между отговорните лица. Предложеният механизъм може да се разглежда, като рамка за идентифициране на законовите задължения, като системата за усъвършенстване на дейността на институциите и координация между институциите и заинтересованите страни, като възможности за разширяване на партньорството със заинтересованите страни.
2. Разработените процедура за изпитване и методика за проверка на анализаторите за алкохол в дъха съдържат необходимите изпитвания за доказване на валидност и достоверност на резултатите от измерване с анализаторите за алкохол в дъха.
3. Съставеният математически модел формиращ бюджета на неопределеност на резултата от измерване на алкохолна концентрация с анализаторите за алкохол в дъха, включва всички източници на неопределеност и методите за тяхното оценяване.
4. Представената схема на метрологичната проследимост на използваните еталони и технически средства при извършване на контрол на анализаторите за алкохол в дъха, показва връзката до международната система на единици SI и проследимост до съответното ниво.

ГЛАВА 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ ЗА УСТАНОВЯВАНЕ НА ВАЛИДНОСТТА НА МЕТОДА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА АЛКОХОЛНАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ

Следвайки определените изпитвания и ред в разработените процедура за изпитване и методика за проверка са извършени измервания и в тази глава са представени резултатите от проведените измервания и анализи. Целта на проведените измервания е осигуряване на обективни доказателства, че използваните процедура за изпитване и методика за проверка на анализатори за алкохол в дъха са приложими и изпълняват определените изисквания.

Оценката на съответствие с изискванията на метрологичните характеристики на средството за измерване в законната метрология трябва да е с висока надеждност. Тъй като измерените стойности включват своята неопределеност, всяко решение, основано на тях, е изложено на риск, ако не се отчете неопределеността на измерваната величина. Вероятността за съответствие е вероятността истинската стойност да попадне в зоната за приемане, определена като такава от нормативните изисквания и спецификацията на производителя на съответното СИ.

3.1 Верификация на процедура за изпитване на анализаторите за алкохол в дъха

При верификацията на процедурата за изпитване, описана в глава II, са използвани резултатите от изпитване на анализатор за алкохол в дъха тип Alcotest 7510, вписан в регистъра на одобрените за използване, типове средства за измерване на БИМ под номер 4812. Резултатите са от проведени тестове на три броя Alcotest 7510 съответно с фабрични номера: № ARZL-0130; № ARZL-0141; № ARZL – 0142.

Проведени са изпитванията описани в процедурата за изпитване от глава II и за тяхното изпълнение са използвани еталони СРМ с концентрация на етилов алкохол със следните стойности и сертификати:

- 0 mg/L - сертификат № I.2/2009 – K2001-017, ВАМ, Германия;
- 0.237 mg/L - сертификат № I.2/2009 – K2001-018, ВАМ, Германия;
- 0.400 mg/L - сертификат № I.2/2009 – K2001-016, ВАМ, Германия;
- 0.707 mg/L - сертификат № I.2/2009 – K2001-019, ВАМ, Германия;
- 1.317 mg/L - сертификат № I.2/2009 – K2001-020, ВАМ, Германия.

Таблица 3.1 Стойности на използваните СРМ и МДГ за съответната стойностна СРМ

СРМ, mg/L	0	0.237	0.4	0.707	1.317
МДГ, mg/L	± 0.020	± 0.020	± 0.020	± 0.035	± 0.066

Освен СРМ допълнително за обезпечаване на процеса на верификация и потвърждаване на изискванията при измерването са използвани допълнителни технически средства: дебитомер, тип ROTA YOKOGAWA, Ф№ 25320, свидетелство за калибриране ROTA YOKOGAWA; термометър, тип DTM Spezial, Ф№ 0232, свидетелство за калибриране 1573 DKD-K-09801; механичен секундомер, тип DIGI – CLOCK TIMER Ф№ 51216st/4151-1; цифров термохигрометър, тип testo 645, Ф№ 01070882/503; калибратор-симулатор, тип Alcotest CU34 Ф№ DDZD – 0015; калибратор-симулатор, тип Simulator MARK IIA CE, Ф№

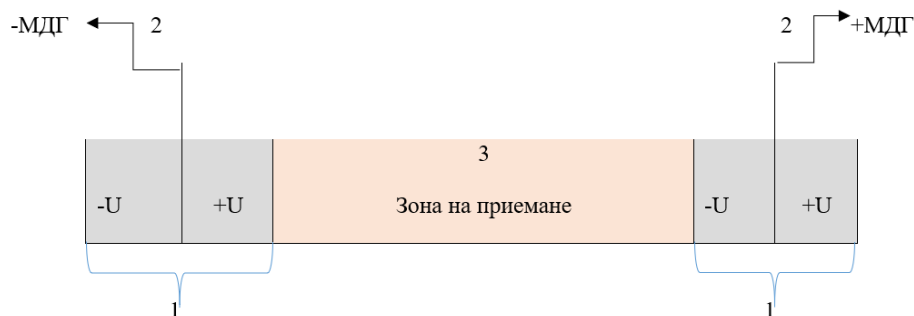
DDSN S2-0007; калибратор-симулатор, тип Alcotest CU34 Ф№ DDZD – 0014; калибратор-симулатор, тип Simulator MARK IIА CE, Ф№ DDYL S2-0025.

Условията на заобикалящата среда при провеждане на изследванията са контролирани с посочените допълнителни технически средства, като условията при изпитването са в границите на:

- температура на СРМ от 33.96 °С до 34.09 °С;
- температура на заобикалящата среда от 19.7 °С до 22.4 °С;
- относителна влажност на въздуха от 34.4 %rh до 42 %rh.

1. Определяне на грешка на измерването: За определяне на грешката на измерване са извършени 20 последователни измервания в пет точки от обхвата на трите броя ААД, посочени в т. 3.1. Измерванията се извършват последователно от ниските към високите стойности на обхвата.

На фиг. 3.1 е представена зоната за приемане, определена от границите на съответната максимално допустимата грешка (МДГ посочени в таблица 3.5 за съответния СРМ), намалена с неопределеността на измерване за съответното СРМ.



Фиг. 3.1 Зона на приемане

където:

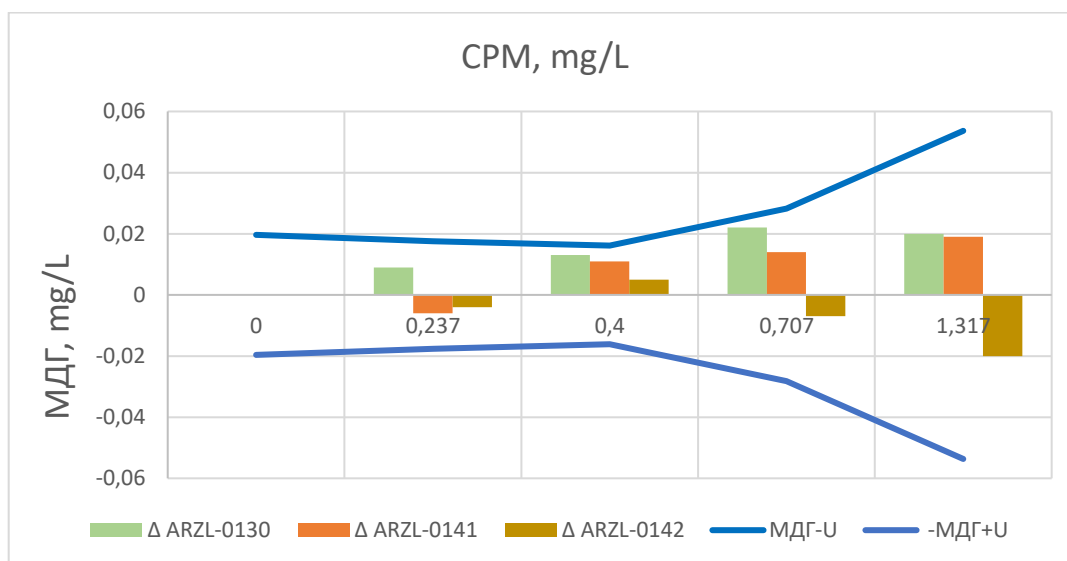
- 1 - зона на неопределеността;
- 2 - граници на максимално допустимата грешка;
- 3 - зона на приемане.

В таблица 3.5 са представени референтните стойности на използваните СРМ, максимално допустимите грешки за всеки СРМ, изчислените грешки и неопределеност на измерваната алкохолна концентрация за всеки от трите анализатора за алкохол в дъха. Всички стойности са в mg/L.

Таблица 3.5 Анализ на резултатите от определяне на грешката на измерване на анализатор за алкохол в дъха, тип Alcotest 7510

СРМ, mg/L		0	0.237	0.4	0.707	1.317
МДГ, mg/L		± 0.020	± 0.020	± 0.020	± 0.035	± 0.066
Ф№ ARZL-0130	Δ , mg/L	0	0.009	0.013	0.022	0.02
	U , mg/L	0.00005	0.0026	0.0038	0.0071	0.013
Ф№ ARZL-0141	Δ , mg/L	0	-0.006	0.011	0.014	0.019
	U , mg/L	0.00058	0.0023	0.0041	0.0069	0.012
Ф№ ARZL-0142	Δ , mg/L	0	-0.004	0.005	-0.007	-0.02
	U , mg/L	0.00058	0.0023	0.0037	0.0063	0.012

Данните в Таблица 3.5 показват че установената грешка при изпитване на анализаторите за алкохол в дъха е в рамките на МДГ, определени от нормативната база. Получената разширена неопределеност на измерването е достатъчно малка и е валидно равенството $U(k=2) \leq 1/5$ МДГ



Фиг. 3.2 Графично представяне на грешката на измерване на Alcotest 7510 с Ф№ ARZL-0130, ARZL-0141 и ARZL-0142 спрямо зоната на приемане

На фигура 3.2 графично са представени резултатите от изчислената грешка на измерванията направени с трите броя Alcotest 7510 съответно с фабрични номера: № ARZL-0130; № ARZL-0141; № ARZL – 0142. На графиката е определена и зоната на приемане в съответствие с фиг. 3.1.

2. Повторяемост: Извършени са по 10 последователни измервания в пет точки от обхвата на измерване на ААД. Теста е направен от един оператор, по една и съща процедура и условия на измерване на три броя ААД посочени в т. 3.1. Повторяемостта се изразява количествено чрез стандартното отклонение. Експерименталното стандартно отклонение на резултата от измерване се определя по формулата (2.7) от глава 2.

В таблица 3.9 са представени стойностите на използваните за измерванията CPM с изчисленото допустимо стандартно отклонение S_d за съответната стойност в mg/L, в съответствие с нормативно определените граници в Наредбата за СИ. Представени са и изчислените стандартни отклонения S на резултатите от измерване.

Таблица 3.9 Анализ на резултатите от определяне на стандартното отклонение на анализатор за алкохол в дъха, тип Alcotest 7510

CPM, mg/L	0	0.237	0.4	0.707	1.317
Допустимо стандартно отклонение, S_d mg/L	0.007	0.007	0.007	0.012	0.023
S , mg/L Ф№ ARZL-0130	0	0.003	0.004	0.009	0.013
S , mg/L Ф№ ARZL-0141	0	0.001	0.004	0.007	0.012
S , mg/L Ф№ ARZL-0142	0	0.001	0.003	0.002	0.010

На базата на направените измервания и получените резултати се наблюдава повтораемост на резултата от измерване. Изчисленото стандартно отклонение е в границите на нормативно определеното в Наредбата за СИ.

3. Дрейф: Определен е краткотраен дрейф на анализатор за алкохол в дъха Alcotest 7510, като са извършени серия от 10 измервания с масова концентрация 0.4 mg/L. След 4 h са извършени втора серия от 10 измервания със същата масова концентрация. За краткотраен дрейф при референтни условия абсолютната стойност на краткотрайния дрейф не трябва да надвишава 0.010 mg/L за период от четири часа. Резултатите са представени в таблица 3.10.

На базата на направените измервания и получените резултати се наблюдава непрекъснатата или постепенната промяна във времето на показанието, дължаща се на промени в метрологичните характеристики на анализатора за алкохол в дъха Alcotest 7510. Получената разлика е в пъти по-малко от допустимото отклонение определено в Рекомендация OIML R126. Видно от резултатите може да се заключи, че много малката разлика между средните грешки на двете серии от измервания дава увереност и стабилност на резултатите от измерването.

Таблица 3.10 Резултати от определяне на дрейфа на измерване с анализатор за алкохол в дъха, тип Alcotest 7510

Alcotest 7510	CPM	I серия от 10 измервания		II серия от 10 измервания, след 4 h		Разлика между средните грешки на измерване
Ф№	mg/L	x_i mg/L	$\bar{\Delta}_i$ mg/L	x_{i+4h} mg/L	$\overline{\Delta_{i+4h}}$ mg/L	$ \overline{\Delta_{i+4h}} - \bar{\Delta}_i $ mg/L
ARZL-0130	0.4	0.401	0.0012	0.402	0.0017	0.0005
ARZL-0141	0.4	0.394	-0.006	0.394	-0.0056	0.0004
ARZL-0142	0.4	0.396	-0.0042	0.395	-0.0046	0.0004

Остатъчен ефект: Извършени са серия от 10 измервания с масова концентрация 0.4 mg/L, след което се извършени серия измервания с редуващи се алкохолни концентрация със стойности 1.317 mg/L и 0.4 mg/L. Разликата между средните стойности на първите 10 измервания с масова концентрация 0.4 mg/L и измерванията в края на цикъла със съща масова концентрация трябва да е по малка от 4 % от стойността на CPM. Резултатите са представени в таблица 3.11.

Таблица 3.11 Резултати от тест остатъчен ефект извършен с анализатор за алкохол в дъха, тип Alcotest 7510

Alcotest 7510	CPM	I серия от 10 измервания	II серия от 10 измервания с ниската концентрация	Разлика между средните стойности на I и II серия измервания	Максимално допустимо отклонение
Ф№	mg/L	\bar{x}_{i1} mg/L	\bar{x}_{i2} mg/L	$\bar{x}_{i1} - \bar{x}_{i2}$ mg/L	mg/L
ARZL-0130	0.4	0.415	0.413	-0.0019	0.016
ARZL-0141	0.4	0.413	0.407	-0.0057	
ARZL-0142	0.4	0.414	0.407	-0.007	

С изпълнението на теста се цели да се покаже ефекта върху измерената концентрация на алкохол, причинен от предишни извършени измервания, в случай че те са с по-големи стойности. Видно от таблица 3.11 установената разлика е до 2 и 3 пъти по-малка от

максимално допустимо отклонение от 0,016 mg/L, което е доказателство че не се наблюдава влияние от едно измерване към следващо измерване, независимо от големината на алкохолната концентрация.

4. Влияещи количества. Влияние на подаваното количества обем: Извършват се серия от 10 измервания с масова концентрация 0.4 mg/L за подаван обем от 1.5 L до 5.5 L. Продължителността на подаването трябва да е най-малко 5 s и най-много 15 s. Разликата между референтната стойност на СРМ и средната стойности на 10 измервания не трябва да надвишава МДГ при изпитване. В таблица 3.12 са представени резултатите от извършен тест с максимален газовпоток 12 l/min и продължителност на подаване на СРМ 5 s.

Таблица 3.12 Резултати от оценка на влиянието на подаваното количество обем на измерване на алкохолната концентрация с анализатор за алкохол в дъха, тип Alcotest 7510

Alcotest 7510	СРМ	Достигнат обем	Средна стойност на 10 измерени \bar{x}_i	Δ	МДГ
Ф№	mg/L	L	mg/L	mg/L	mg/L
ARZL-0130	0.4	1.5	0.415	0.015	± 0.02
ARZL-0141	0.4	1.5	0.413	0.013	± 0.02
ARZL-0142	0.4	1.5	0.414	0.014	± 0.02

В таблица 3.13 са представени резултатите от извършен тест с максимален газовпоток 18 l/min и продължителност на подаване на СРМ 15 s.

Таблица 3.13 Резултати от оценка на влиянието на подаваното количество обем на измерване на алкохолната концентрация с анализатор за алкохол в дъха, тип Alcotest 7510

Alcotest 7510	СРМ	Достигнат обем	Средна стойност на 10 измерени \bar{x}_i	Δ	МДГ
Ф№	mg/L	L	mg/L	mg/L	mg/L
ARZL-0130	0.4	5.59	0.397	-0.003	± 0.02
ARZL-0141	0.4	5.51	0.389	-0.011	± 0.02
ARZL-0142	0.4	4.84	0.393	-0.007	± 0.02

Влиянието на прекъсване на потока от издишване е оценено със следните измервания:

- Първи тест: подава се СРМ към анализатора за алкохол в дъха и след продължителност от 1 s подаването се спира. Отчита се показанието на ААД;
- Втори тест: подава се СРМ и след продължителност от 5 s подаването се спира. Отчита се показанието на ААД.

Тестът се извършва с масова концентрация 0.4 mg/l и на три броя анализатори за алкохол в дъха тип Alcotest 7510 посочени в т. 3.1. Резултатите показват, че след всяко прекъсване на потока на определения интервал от време анализаторите за алкохол в дъха не извършват измерване и показват на дисплея съобщение: „Недостатъчен обем”

5. Наличие на етанол в горните дихателни пътища: С този тест се симулира наличието на етанол в горните дихателни пътища. Чист въздух подаден чрез балонена колба с обем равен на 500 mL. Балонът съдържа разтвор на етанол във вода с масова концентрация

на етанол във воден разтвор равна на 1.8 g/L. Обемът на разтвора е 250 mL и неговата температура е 34 °C. Доставеният обем е 3 L в продължение на 15 s.

На фигура 3.3 е показана тестовата установка. На фигура 3.4 е показан резултат от извършения тест. На дисплея на анализатора за алкохол в дъха се изписва „алкохол в устата” и не се извършва измерване.

Теста цели да покаже че наличието на алкохол в горните дихателни пътища на човек, не би могло да повлияе на измерването за установяване на действителната алкохолна концентрация в организма, когато техническите характеристики на съответния тип ААД изпълняват това изискване.



Фиг. 3.3 Тест за наличие на етанол в горните дихателни пътища



Фиг. 3.4 Резултат от тест за наличието на етанол в горните дихателни пътища

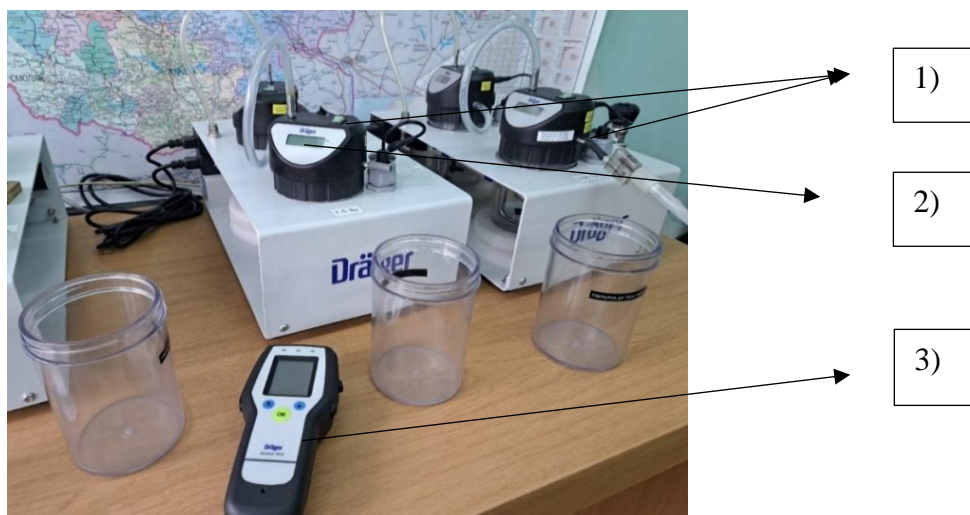
3.2 Верификация на методика за проверка на анализаторите за алкохол в дъха

Една от ключовите роли на законовата метрология е да оценява ефективността и съответствието на типа средство за измерване с приложимите изисквания за обхвата му на използване, както и производителността на индивидуални средства за измерване при периодичните им проверки. Основният вид тест, който се използва за извършване на такива оценки, включва определяне на грешката на измерване и сравняването и с МДГ на средствата за измерване в употреба, която е нормативно определена за конкретното СИ.

За процеса на верификация на методиката за проверка на ААД са извършени измервания на алкохолна концентрация с два различни типа анализатори за алкохол в дъха съответно типа Alcotest 7510 и тип Alcotest 9510 BG в условие на повторемост и възпроизводимост.

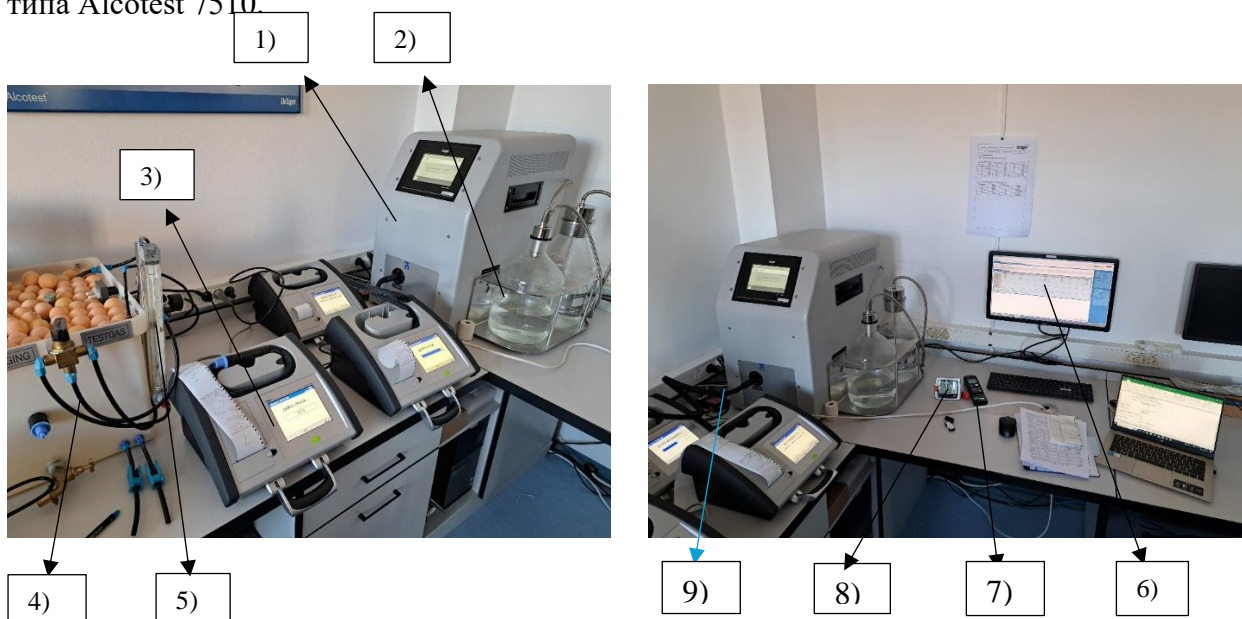
Извършени са по 10 последователни измервания в условия на повторемост на анализатори за алкохол в дъха съответно на типа Alcotest 7510 и тип Alcotest 9510 BG, като са използвани и двете възможни тестови установки съгласно методиката за проверка. От всеки тип са използвани по 29 броя анализатори за алкохол в дъха. Определена е основната грешка, стандартното отклонение и неопределеността на измерването.

На фигура 3.5 е показано тестовата установка за проверка на анализатор за алкохол в дъха тип Alcotest 7510.



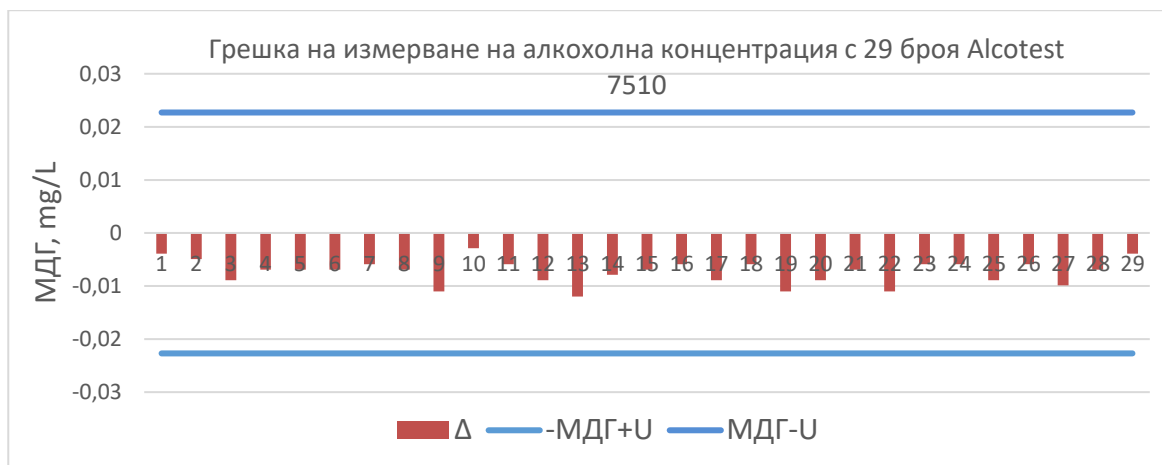
Фиг. 3.5 Проверка на анализатори за алкохол в дъха тип Alcotest 7510

На позиция 1 от фиг.3.5 са показани две системи от промивни съдове - тест симулатора от типа MARK IIА Simulator CE, Draeger safety diagnostics, inc., USA, всяка от които работи с две колби за СРМ и с термометър (позиция 2 на фиг. 3.5), който се използва за контрол на температурата на СРМ. На позиция 3 от фиг. 3.5 е показан анализатори за алкохол в дъха от типа Alcotest 7510.



Фиг. 3.6 Проверка на анализатори за алкохол в дъха тип Alcotest 9510 BG

Анализ на резултатите от експерименталното изследването за повторяемост и възпроизводимост. На фиг. 3.7 и фиг. 3.8 графично е представен експерименталният анализ на установените грешки на измерване на алкохолна концентрация с 29 броя Alcotest 7510 и изчисленото стандартно отклонение в условия на повторяемост. На графиките са определени и зоната на приемане в съответствие с фиг. 3.1.

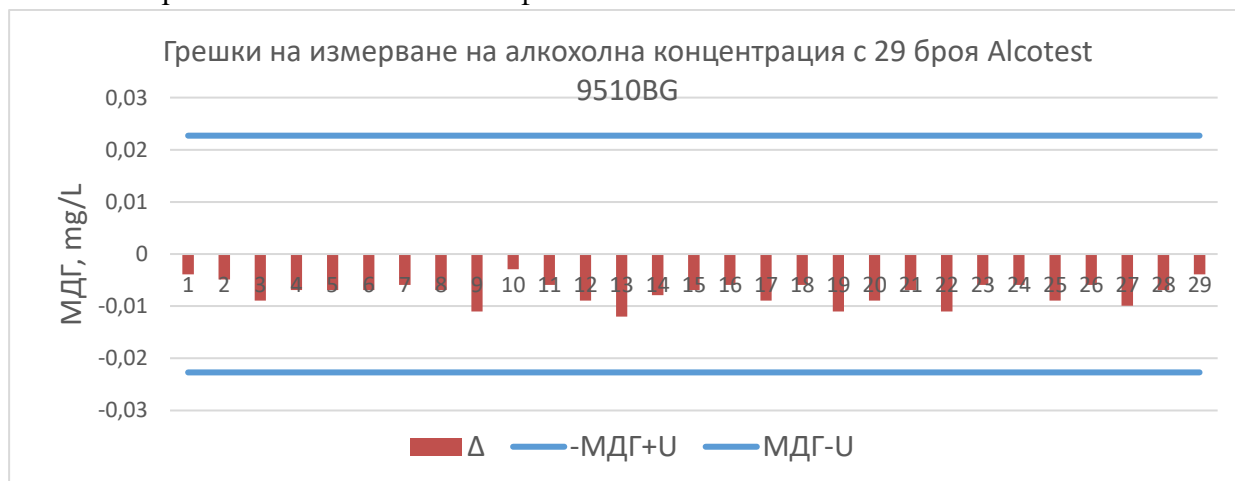


Фиг. 3.7 Графично представяне на грешките на измерване на алкохолна концентрация с 29 броя Alcotest 7510

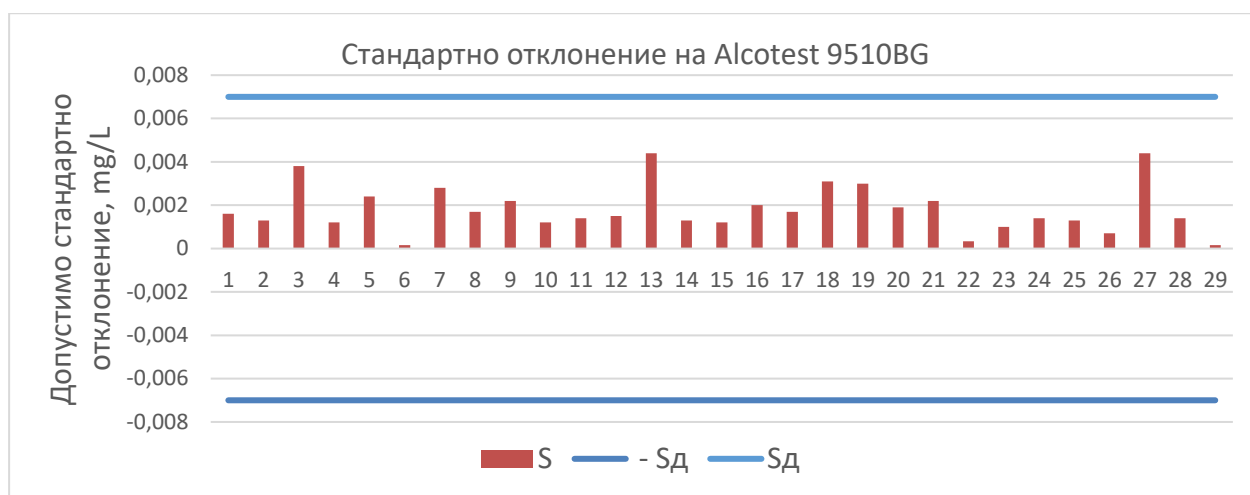


Фиг. 3.8 Графично представяне на стандартното отклонение на 29 броя Alcotest 7510

На фиг. 3.9 и фиг. 3.10 графично е представен експерименталния анализ на установените грешки на измерване на алкохолна концентрация с 29 броя Alcotest 9510BG и изчисленото стандартно отклонение в условия на повторяемост. На графиката е определена и зоната на приемане в съответствие с фиг. 3.1.



Фиг. 3.9 Графично представяне на грешките на измерване на алкохолна концентрация с 29 броя Alcotest 9510BG



Фиг. 3.10 Графично представяне на стандартното отклонение на 29 броя Alcotest 9510BG

Графиките на фиг. 3.7 и фиг. 3.9 показват че установените грешки Δ на измерване на алкохолна концентрация с анализатори за алкохол в дъха съответно от типа Alcotest 7510 и типа Alcotest 9510 се намират в зоната определена от границите на максимално допустимата грешка, намалена с неопределеността на измерването (МДГ-U; МДГ+U). Изчисленото стандартно отклонение е в границите на нормативно определеното в Наредбата за СИ [32]. Резултатите показват че за целевата неопределеност е валидно неравенството:

$$U \leq \frac{1}{3} \text{МДГ}, \text{ при множител на покритие } k=2$$

където:

МДГ е $\pm 0,032 \text{ mg/L}$ за масова концентрация, по-малка или равна на $0,400 \text{ mg/L}$ и за U следва:

$$U \leq \frac{1}{3} * 0.032 \leq 0.0107 \text{ mg/L}$$

Експерименталното изследването на възпроизводимостта на резултата от измерване на алкохолна концентрация с анализатор за алкохол в дъха е проведено при условия включващи: извършени измервания с два различни типа анализатори за алкохол в дъха съответно Alcotest 7510 и Alcotest 9510BG, в различно време и условия на заобикалящата среда, използвани са различни технически средства и една стойност на сертифициран референтен материал – воден разтвор на етилов алкохол със стойност 1.029 g/L , на един производител. За целите на анализа е изчислен критерий за приемливост E_n .

За изчисляване на критерий за приемливост E_n са взети средната стойност на резултатите от измерване на 29 броя анализатори за алкохол в дъха съответно от тип Alcotest 7510 и Alcotest 9510BG, както и средните стойност на изчислената разширена неопределеност на същите резултати от измерване. Резултатите от анализа са представени в таблица 3.18.

Таблица 3.18 Резултати от изчисляване на критерий за приемливост E_n

Тип анализатор за алкохол в дъха	Параметри	Стойности в mg/L
Alcotest 9510BG	\bar{x}_{11}	0.396
	U_1	0.009
Alcotest 7510	\bar{x}_{12}	0.394
	U_2	0.0093
Критерии за приемливост	$E_n < 1$	0.15

Критерий за приемливост E_n е изчислен по формула (3.1):

$$E_n = \frac{|x_{i1} - x_{i2}|}{\sqrt{(U_1^2 + U_2^2)}} \quad (3.1)$$

където:

\bar{x}_{i1} – средната стойност на средните стойности на измерената на алкохолна концентрация с 29 –те анализатори за алкохол в дъха от типа Alcotest 9510BG;

\bar{x}_{i2} – средната стойност на средните стойности на измерената алкохолна концентрация с 29 –те анализатори за алкохол в дъха от типа Alcotest 7510;

U_1 – средната стойност на разширената неопределеност на резултата от измерване с 29 –те анализатори за алкохол в дъха от типа Alcotest 9510BG;

U_2 – средната стойност на разширената неопределеност на резултата от измерване с 29 –те анализатори за алкохол в дъха от типа Alcotest 7510.

Анализа на направените измервания и получените резултати от определяне на грешката на двата различни типа анализатори за алкохол в дъха в условия на повторемост показва че всички установени грешки са в рамките на МДГ. Наблюдава се повторемост на резултата от измерване и изчисленото стандартно отклонение е в границите на нормативно определеното в Наредбата за СИ [32]. Целевата неопределеност U не надвишава $1/3$ МДГ при множител на покритие $k=2$.

При изследването за възпроизводимост на резултата изчисления критерия за приемливост $E_n = 0.15$ е пет пъти по-малък от допустимия, което показва че прилагането на методика за проверка на анализатори за алкохол в дъха, за различните типове, е коректна и резултатите са удовлетворителни и в съответствие с нормативните изисквания.

3.3 Експериментално изследване на неопределеността на измерване на алкохолната концентрация с анализатор за алкохол в дъха

За изследването е използван разработения в глава 2 математически модел, формиращ бюджета на неопределеност на резултата от измерването на алкохолна концентрация с анализаторите за алкохол в дъха (таблица 2.4). Бюджета съдържа всички източници, свързаната с тях стандартна неопределеност и методите за оценката им.

Комбинираната стандартна неопределеност на измерваната величина се определя като положителен корен квадратен на сумата от дисперсиите на входните величини:

$$u_c(y) = \sqrt{u_i(y)^2 + u(y_r)^2 + u(y_{CPM})^2 + u(y_t)^2} \quad (2.21)$$

Разширената неопределеност за всяка измерена стойност се изразява, като

$$U = k \cdot u_c(y) \quad (2.22)$$

където:

$u_c(y)$ - комбинирана стандартна неопределеност

k - множител на покритие.

Пълния резултат от измерването се дава във формата:

$$y \pm U \quad (2.23)$$

Разширена неопределеност на измерване е произведение на комбинираната стандартна неопределеност на измерване и множител на покритие $k=2$, което за нормално разпределение, съответства на вероятност на доверителен интервал приблизително 95%.

За целите на изследването са извършени 10 измервания в условия на повторемост на алкохолна концентрация с анализатор за алкохол в дъха тип Alcotest 9510BG с Ф№ ARSM-0016. Използван е СРМ със стойност 0.4 mg/L при тестова установка представена на фиг. 3.6.

Съставляващи на комбинирана стандартната неопределеност:

$$u_i(y) = 0.0005 \text{ mg/L}$$

$$u(y_{CPM}) = -0.397 \text{ mg/L}$$

$$u(y_r) = -0.00029 \text{ mg/L}$$

$$u(y_t) = -0.0017 \text{ mg/L}$$

$$u_c(y) = 0.0045 \text{ mg/L}$$

$$U = 2 u_c(y) = 0.0089 \text{ mg/L}$$

Пълния резултат от измерването се дава във формата: $0.397 \pm 0.0089 \text{ mg/L}$

Получената разширена неопределеност на измерването е достатъчно малка и е валидно $U(k=2) \leq 1/3 \text{ МДГ}$.

където:

МДГ = 0.032 mg/L, максимално допустимата грешка определена в Наредбата за СИ [32], при последващи проверки на ААД, за масова концентрация, по-малка или равна на 0,400 mg/l.

$$U(k=2) = 0.0089 \leq 1/3 * 0.032 \leq 0,012$$

От направените изчисления и анализ на резултатите от измерванията се установява, че неопределеността на измерването добавена към грешката на измерване на алкохолна концентрация с анализатор за алкохол в дъха е по-малка от максимално допустимата грешка за съответния обхват и е валидно неравенството: $\Delta + U(k=2) \leq \text{МДГ}$,

където:

$$\text{МДГ} = 0.032 \text{ mg/L};$$

$$\Delta = 0.0039 \text{ mg/L} \text{ най-голямото отклонение от изчислените грешки от таблица 3.19};$$

$$U = 0.0089 \text{ mg/L, получената разширена неопределеност от таблица 3.19};$$

$$\text{или } \Delta + U(k=2) = 0.0128 \leq \text{МДГ} (0.032 \text{ mg/L})$$

3.4 Изследване на нормативно определения период на проверка на анализатори за алкохол в дъха

Анализаторите за алкохол в дъха трябва да бъдат конструирани така, че да се гарантира максимално допустимата грешка без настройване в продължение на 6 месеца след първоначалното му пускане в употреба. Този период е нормативно определен със заповед за определяне на периодичността на последващите проверки на СИ, които подлежат на метрологичен контрол е с № А-616/11.09.2018 г., изменена със заповед с № А-259/29.04.2021 г. [16] на председателя на ДАМТН.

За оценка на нормативно определения период на проверка на ААД са изследвани грешките на измерване в целия обхват на анализатори за алкохол в дъха тип Alcotest 7510 определящи съответствието на СИ с нормативните изисквания. Изчислява се грешката на стабилност.

Метрологичното изследване е извършено чрез система от промивни съдове при температура 34 °C на СРМ, като са използвани СРМ представени в таблица 3.20 и тестова установка от фиг. 3.5.

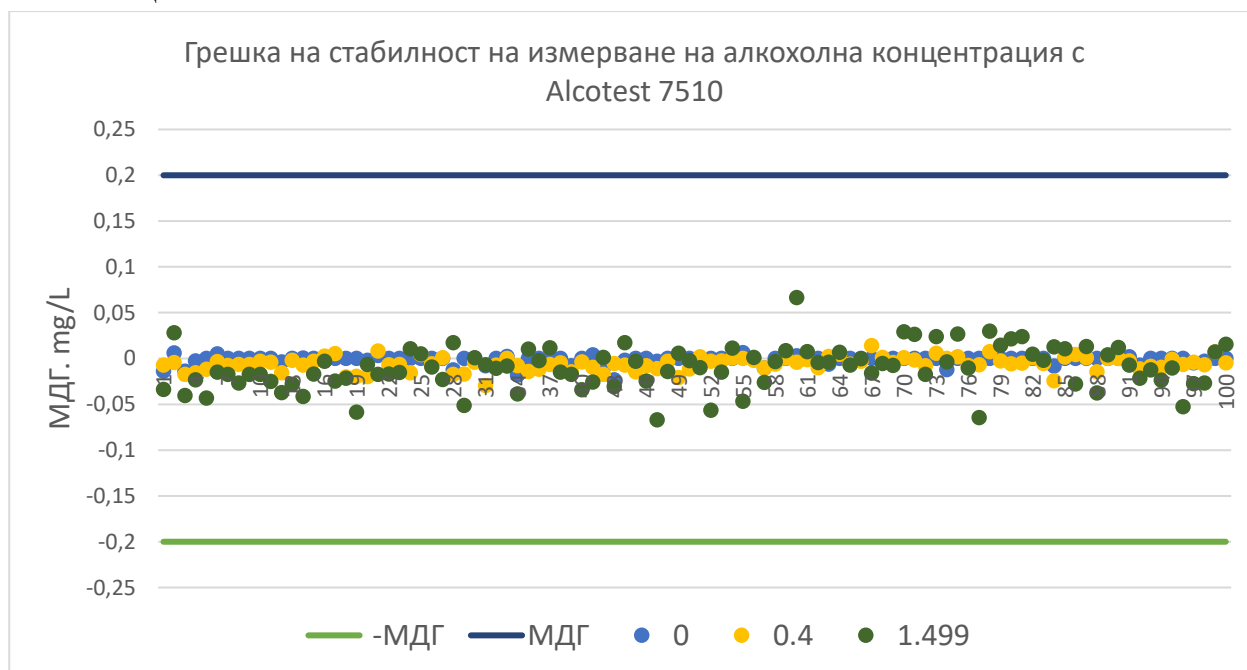
Таблица 3.20 Стойности на използваните СРМ

№ по ред	Сертификат №	C_{H_2O} , g/l	$C_{въздух}$, mg/l при $t=34$ °C
1	№ NCM-CCM-7-386-07	0,0000	0
2	№ NCM-CCM-7-382-07	1,029	0,400
3	№ NCM-CCM-7-385-07	3,859	1,499

Извършени са по три измервания с всеки СРМ на 100 броя анализатори за алкохол в дъха тип Alcotest 7510 в рамките на 4 серии през период от 6 месеца. Определени са грешките на измерване на алкохолната концентрация при всяка серия.

За целите на анализа са изчислява грешката на стаблност. Грешката на стабилност е изчислената разлика между средните грешки от първата серия измервания и средните грешки от всяка следваща серия. Критерии за приемливост на резултата е получената грешка на стабилност да е по малка от 0.02 mg/L.

На фигура 3.15 графично е представен експерименталния анализ на стабилността на анализаторите за алкохол в дъха от типа Alcotest 7510 в изследване период на проверка от шест месеца.



Фиг. 3.15 Графично представяне на грешката на стабилност на 100 броя анализатори за алкохол в дъха от типа Alcotest 7510 в период от 4 последователни проверки

Анализа показва, че установените грешки са в рамките на МДГ. Установява се, че анализаторите за алкохол в дъха запазват експлоатационните си характеристики в нормативно определения период на проверка от 6 месеца. Грешката на стабилност покрива заложените критерии да е по малка от 0.02 mg/L.

Анализатори за алкохол в дъха тип Alcotest 7510 извършва авто - тест преди всяко измерване и показват съобщение за грешка, ако има такава, и не се позволява извършване на измерване. След извършване на последващи проверки анализаторите за алкохол в дъха запомнят датата и часа на следващата последваща проверка (след период от шест месеца), ако анализаторът не е представен за извършване на последваща проверка преди да изтече

шестмесечният период, след изтичане на срока на проверката при включването му за работа той автоматично показва съобщение за статуса си и не позволява да се извършват измервания.

По този начин се изключва възможността анализаторите за алкохол в дъха да се използват без извършен метрологичен контрол и получените от тях резултати от измерване да бъдат подлагани на съмнения.

3.5 Основни изводи и констатации по Глава 3

1. Анализа на резултатите от проведените изпитвания по реда на методиката за изпитване на ААД, показват че получената разширена неопределеност на измерването е достатъчно малка и е валидно $U(k=2) \leq 1/5$ МДГ.
2. Експерименталните изследвания в условия на повторяемост и възпроизводимост за верификация на методиката за проверка на ААД, показват че всички установени грешки и стандартни отклонения са в границите на нормативно определените в Наредбата за СИ [32].
3. Конструктивно заложените функции на анализаторите за алкохол в дъха да запомнят срока на валидност на проверката си и да не позволяват да се извършват измервания ако срока е изтекъл, дава гаранция че анализаторът за алкохол в дъха не може да бъде използван без извършен метрологичен контрол и получените от тях резултати от измерване да бъдат подлагани на съмнения.
4. Експерименталното изследване на нормативно определения период на последващи проверки на анализатори за алкохол в дъха показва възпроизводимост на резултата от измерване на алкохолната концентрация и запазване на експлоатационните характеристики на анализаторите за алкохол в дъха в периода на проверка от 6 месеца.

ГЛАВА 4. МОДУЛ ЗА КОМУНИКАЦИЯ И КОНТРОЛ

Модулът за комуникация и контрол има за цел да предава своевременно данни от извършени контролни проверки за наличие на алкохол на водачите на МПС, да създава база данни и да предоставя възможности за използването на тези данни. На фиг 4.1 е представена информацията, която постъпва от анализатора за алкохол в дъха към базата данни.



Фиг. 4.1 Информацията която постъпва от анализатора за алкохол в дъха към базата данни

4.2 Основни изводи и констатации по Глава 4

1. Модулът за комуникация и контрол предоставя възможност за електронно предаване на данни от измерване с анализаторите за алкохол в дъха към „Единен център за обработка на нарушения“ и автоматизиране на процесите по обмен, обработка и архивиране на постъпващата информация от системите за контрол с автоматизирани технически средства за контрол.
2. Електронното предаване на данни от доказателствения анализатор за алкохол в дъха (установена алкохолна концентрация, ЕГН, Име, пол ... др. лични данни) дава възможност на по-късен етап при установено нарушение да се използват за създаване на електронен акт и доказателствен материал, който да не може да се оспори в съда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направените анализи и проведените теоретични и експериментални изследвания позволяват да се направят следните констатации и изводи, отразяващи основните приносни моменти в дисертационния труд:

1. Идентифицирани са пет средства за измерване, включващи газоанализатори на отработени газове от МПС, димомери, стендове за измерване на спирачни сили на ППС, скоростомери и анализатори за алкохол в дъха, които подлежат на метрологичен контрол съгласно ЗИ [18]. За всеки етап от осигуряване на валидността и достоверността на резултата от измерванията с тези СИ са определени отговорните институции, както и контролните и надзорни дейности.
2. Автоматичното предаване на данни от измерванията на скоростта, горивна ефективност и емисии и определяне на спирачната ефективност чрез измерване на спирачните сили и осевото натоварване на МПС намалява риска от неправомерна намеса на операторите на тези СИ.
3. Липсата на автоматично предаване на данни от анализаторите за алкохол в дъха (ААД) и необходимостта от оператор, в процеса на използването му, дава възможност за предпоставки за корупция.
4. Дадената възможност от ЗДП да се установява употребата на алкохол на водачите на МПС по два метода - чрез медицинско и химическо лабораторно изследване или чрез изследване с техническо средство (ААД), създава възможност за обжалване на резултатите от измерване.
5. Разработеният алгоритъм на процеса по изпълнение на държавната политика за безопасност по пътищата на Република България показва връзките между отговорните институции, дейностите и взаимовръзките между отговорните лица. Предложеният механизъм може да се разглежда, като рамка за идентифициране на законовите задължения, като системата за усъвършенстване на дейността на институциите и координация между институциите и заинтересованите страни, като възможности за разширяване на партньорството със заинтересованите страни.
6. Изискванията към ААД и вида на контрол са обект на национални разпоредби. Отчитайки техническия напредък и прилагането на добрите международни практики е оценена необходимостта от промяна в нормативните изисквания.
7. Разработените методики за изпитване и проверка на ААД съдържат необходимите изпитвания за доказване на валидност и достоверност на резултатите от измерване.
8. Съставеният математически модел формиращ бюджета на неопределеност на резултата от измерване на алкохолна концентрация с ААД, включва всички източници на неопределеност и методите за тяхното оценяване.
9. Представената схема на метрологичната проследимост на използваните еталони и технически средства при извършване на контрол на ААД, показва връзката до международната система на единици SI и проследимост до съответното ниво.
10. Анализа на резултатите от проведените изпитвания по реда на методиката за изпитване на ААД, показват че установената грешка при различните влияещи

фактори е в рамките на зоната, определена от границите на максимално допустимата грешка, намалена с неопределеността на измерването и изпълнено неравенството $\Delta \pm U \ll \text{МДГ}$. Получената разширена неопределеност на измерването е достатъчно малка и е валидно $U(k=2) \leq 1/5 \text{ МДГ}$.

11. Експерименталните изследвания в условия на повторяемост и възпроизводимост за верификация на методиката за проверка на ААД, показват че всички установени грешки и стандартни отклонения са в границите на нормативно определените в Наредбата за СИ [32]. Изчисления критерия за приемливост $En = 0.15$ е пет пъти по-малък от допустимия.
12. Експерименталното изследване на нормативно определения период на последващи проверки на анализатори за алкохол в дъха показва възпроизводимост на резултата от измерване на алкохолната концентрация и запазване на експлоатационните характеристики на ААД в периода на проверка от 6 месеца.
13. Модулът за комуникация и контрол предоставя възможност за електронно предаване на данни от измерването с анализаторите за алкохол в дъха към „Единен център за обработка на нарушения“ и автоматизиране на процесите по обмен, обработка и архивиране на постъпващата информация от системите за контрол с автоматизирани технически средства за контрол.
14. Електронното предаване на данни от доказателствения анализатор за алкохол в дъха, чрез модула за комуникация и контрол дава възможност при установено нарушение да се използват за създаване на електронен акт и доказателствен материал, който да не може да се оспори в съда.
15. Базата данни предоставя възможност за извършване на мониторинг и извадков контрол на издадените актове за регистрирани нарушения, с цел намаляване на възможността за корупция.

НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

Основните приноси в дисертационния труд се изразяват в следните научно-приложни и приложни приноси.

Научно-приложни приноси:

1. Алгоритъм на процеса по изпълнение на държавната политика за безопасност по пътищата на Република България.
2. Разработени са процедура за изпитване и методика за проверка на анализатори за алкохол в дъха.
3. Дефиниран е математичен модел, формиращ бюджета на неопределеност на резултата от измерване на алкохолна концентрация с анализатори за алкохол в дъха.

Приложни приноси:

1. Анализ на наличната нормативна база по отношение на правилата за движение по пътищата на Република България, методите и средствата за измерване използвани за контрол на трафика.
2. Направен е анализ на неопределеността на резултата от измерване на концентрация на алкохол с анализатори за алкохол в дъха.

3. Определено е нивото на метрологичната проследимост на използваните СРМ и технически средства при извършване на контрол на анализаторите за алкохол в дъха.
4. Направен е експериментален анализ осигуряващ доказателства за верификацията на методики за изпитване и проверка на анализатори за алкохол в дъха.
5. Направен е експериментален анализ на поведението на анализаторите за алкохол в дъха по отношение на запазване на метрологичните си характеристики за нормативно определения срок.
6. Разработена е структура на модул за комуникация и контрол, осигуряващ прозрачност при налагането на административни и/или наказателни постановления, както и контрол на възможности за възникване на предпоставки за корупция.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Zlatka Chavdarova, D. Koleva, H. Nikolova Metrological examination of a reference system for speed measurement based on GPS signals MMA 2024, XXXIV International Scientific Symposium 'Metrology and Metrology Assurance 2024.
2. Zlatka Chavdarova, H. Nikolova, Uncertainty of Measurement alcohol concentration with Evidential breath analysers, MMA 2023, XXXIII International Scientific Symposium 'Metrology and Metrology Assurance 2023.
3. Златка Чавдарова-Христова, Десислава Колева, Васил Пенчев, Мариета Янчева-Попова, Политики и практики прилагани в изпитването на технически средства за измерване на скорост, Международна научна конференция „Основи и технически средства за конструиране – 2022“, ОТСК 22, София 24-25.10.2022 г., публикувана в Българско списание за инженерно проектиране, брой 45, октомври 2022 г.
4. Zlatka Chavdarova, A. Pandelova, Ts. Aleksandrova, Calibration of gas flow meter with test bench ITF 2500-1-A, XXVII International Scientific Symposium Metrology and Metrology Assurance Proceedings 2017, Sozopol, ISSN 1313-9126, 101-106 p.;
5. Златка Чавдарова, Энергията, обект на законов контрол, XI-та научно-практическа конференция „Метрология 2014 Измерванията и глобалното енергийно предизвикателство“, 20.05.2014, гр. София
6. Златка Чавдарова, Изследване на стабилността на анализатори за алкохол в дъха, XXIII Национален научен симпозиум с международно участие „Метрология и метрологично осигуряване 2013“, гр. Созопол, ISSN 1313-9126, стр. 500-502;
7. Златка Чавдарова, Процедура за изпитване на анализатор за алкохол в дъха, XXII Национален научен симпозиум с международно участие „Метрология и метрологично осигуряване 2012“, Созопол, ISSN 1313-9126, стр. 390-393;
8. Златка Чавдарова, Метрологичният контрол – гаранция за безопасност по пътищата, XXII Национален научен симпозиум с международно участие „Метрология и метрологично осигуряване 2012“, Созопол, ISSN 1313-9126, стр. 394-397;
9. Златка Чавдарова, В. Гергинов, Средствата за измерване на йонизиращи лъчения, които подлежат на метрологичен контрол, XVII Национален научен симпозиум с международно участие „Метрология и метрологично осигуряване 2007“, Созопол, ISBN 978-954-334-061-3, стр. 405-407.

METROLOGY ASSURANCE OF THE TRAFFIC CONTROL

Zlatka Dimitrova Chavdarova - Hristova

Abstract: Road traffic accidents have been recognized by the World Health Organization (WHO) and the United Nations (UN) as a major challenge to achieving global health and development goals. The European Union (EU) has adopted policies and targets to reduce road deaths by 50% and injuries by 20% by 2020, compared to a 2010 baseline.

The economic impact of motor vehicle crashes is estimated at US\$1.8 trillion, equivalent to approximately 10–12% of global gross domestic product (GDP). Without immediate and effective action, road traffic crashes could become the fifth leading cause of death worldwide by 2030, resulting in an estimated 2.4 million deaths each year.

Proving the validity of measurements made by measuring devices used in traffic control and ensuring safe road traffic is the subject of the dissertation.