



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

Факултет Електронна техника и технологии

Катедра Електронна техника

Маг. инж. Ваня Милкова Славова

**РАЗРАБОТВАНЕ НА КВАНТОВО-ЕЛЕКТРОННИ И
ОПТОЕЛЕКТРОННИ ИНСТАЛАЦИИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА
БИОМЕДИЦИНСКИ ОБЕКТИ ВЪВ ВЕТЕРИНАРНАТА
МЕДИЦИНА И ХРАНИТЕЛНО-ВКУСОВА
ПРОМИШЛЕННОСТ ВКЛЮЧИТЕЛНО И ПРИЛОЖЕНИЯ**

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: 5.2 Електротехника, електроника и автоматика
Научна специалност: Квантова и оптоелектроника

Научен ръководител: проф. дтн дфн Марин Ненчев
доц. д-р инж. Маргарита Денева

СОФИЯ, 2019 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Катедрения съвет на катедра Електронна техника към Факултет Електронна техника и технологии на ТУ-София на редовно заседание, проведено на 29.01.2019 г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 13.05.2019 г. от 15:00 часа в Конферентната зала на БИЦ на Технически университет – София на открито заседание на научното жури, определено със заповед № ОЖ-5.2-11 / 05.02.2019 г. на Ректора на ТУ-София в състав:

1. Доц. д-р инж. Тодор Стоянов Джамийков – председател
2. Проф. д-р д-р Марин Ненчев Ненчев – научен секретар
3. Проф. д-р инж. Стефан Йорданов Овчаров
4. Проф. д-р инж. Никола Вичев Колев
5. Проф. д-р д-р Лъчезар Аспарухов Аврамов

Рецензенти:

1. Доц. д-р инж. Тодор Стоянов Джамийков
2. Проф. д-р инж. Никола Вичев Колев

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Факултет Електронна техника и технологии на ТУ-София, блок №, 1 № 1355

Дисертантът е редовен докторант към катедра „Оптоелектронна и лазерна техника (ex)“ на факултет Електроника и автоматика. Изследванията по дисертационната разработка са направени от автора, като някои от тях са подкрепени от научноизследователски проекти.

Автор: маг. инж. Ваня Славова

Заглавие: Разработване на квантово-електронни и оптоелектронни инсталации за изследване на биомедицински обекти във ветеринарната медицина и хранително-вкусова промишленост включително и приложения

Тираж: 30 броя

Отпечатано в ИПК на Технически университет – София

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

В дисертацията е описано разработването и тестването на квантово и оптоелектронни инсталации в областите на ветеринарната медицина и хранително-вкусовата промишленост. Тематиката е с изключителна актуалност, тъй като след влизането на България в Европейския съюз през 2007г, страната ни стана част от организация, която предоставя безвъзмездно финансиране за подпомагане нуждите на биологичното земеделие и екологично производство на продукти от хранително-вкусовата промишленост[48][49][46][47]. На основата на насочени анализи и разработки чрез системен инженерен подход в лазерната и оптоелектронната техника и също в лазерната спектро-анализаторна техника, биологията и химия са проектирани, детайлизирани, създадени и приложени практически лазерно-оптоелектронни инженерни инсталации за анализи на биологични проби във ветеринарната медицина и на хранителни продукти. Главна цел при композирането на оптоелектронните апарати е да бъдат предложени съвременни методи на базата на оптоелектронна диагностика за надежден анализ и ранно определяне наличието на нежелани и вредни за организма бактерии и вируси и нерегламентирани добавки в масово употребяваните хранителни продукти.

Цел на дисертационния труд, основни задачи и методи за изследване

Разработване на основата на инженерен системен подход на лазерно-оптоелектронни инсталации, в които се използват ефектите на флуоресцентния и влакнестооптични поляризационни анализи, разсейване на светлината, за анализи и охарактеризиране на състоянието на биомедицински обекти от ветеринарната медицина и обекти от хранително-вкусова промишленост. Да се предложат и реализират решения на възли с повишена ефективност на действието.

За реализиране на тази цел в дисертационния труд се решават следните основни задачи

Задача 1. Детайлно теоретично проучване на възможностите на квантово и оптоелектронните инсталации в областта на ветеринарната медицина и хранително-вкусовата промишленост

Задача 2. Селектиране и тестване на масовизирани биологични проби от областта на ветеринарната медицина и хранително-вкусовата промишленост, прилагайки теорията на квантовата електроника

Задача 3. Разработване на мобилни квантово и оптоелектронните инсталации с приложения в областта на ветеринарната медицина и хранително-вкусовата промишленост

Задача 4. Лабораторни тестове на мобилните инсталации описани в дисертационния труд

Задача 5. Приложения на полеви методи на квантово и оптоелектронните инсталации в областта на ветеринарната медицина и хранително-вкусовата промишленост, описание в дисертационния труд, с цел локализирано изследване на биологични вещества

Научна новост

В дисертационният труд са предложени: Разработки са и приложения в научните изследвания на квантово и оптоелектронни инсталации. Инсталациите са разработени с висока компактност и с мобилност за реални полеви приложения. Свързването на апаратите в дисертационния труд е чрез прилагане на системен инженерен подход. Мобилните апарати описани в дисертацията решават реални задачи от областите на ветеринарната медицина и хранително вкусовата промишленост

Практическа приложимост

Приложението на инсталациите позволява полеви анализ на проби от големи и малки преживни животни и хранителни проби. Приложението на разработените мобилни инсталации в дисертационния труд ще водят до предотвратяване на сериозното разпространение на болестта или некачествен хранителен продукт, чрез предимството на ранната диагностика на биологичната проба

Апробация

Основните резултати от дисертационния труд са докладвани на:

- ✓ 19th International School on Quantum Electronics: Laser Physics and Applications 2016
- ✓ Трети Национален конгрес по физически науки, 2016
- ✓ International Conference Engineering, Technologies and System TECHSYS 2016 BULGARIA
- ✓ International Conference Engineering, Technologies and System TECHSYS 2015 BULGARIA

Публикации

Основни постижения и резултати от дисертационния труд са публикувани в 6 броя публикации 3 са представени на конференции и са отпечатани български списания и 3 са отпечатани в международни списания.

Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от **163** страници, като включва увод, **5** глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо **145** литературни източници, като **137** са на латиница и **6** на кирилица, а останалите са интернет адреси. Работата включва общо **93** фигури, **82** формули и **6** таблици. Номерата на фигурите, формулите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

II. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ГЛАВА I. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

1.1 Анализ на ветеринарните обекти които ще са обекти на изследване в дисертацията от гледна точка на приложение на квантовата и оптоелектрониката към биологични обекти

1.1 Анализ на ветеринарните обекти използвани в дисертацията от гледна точка на квантовата електроника

Взаимодействията на светлина с биологичните обекти от областта на ветеринарната медицина играе важна роля в оптичната диагностика за неинвазивната оценка за техния състав. Прогнози за точността на резултатите от оптичните методи може да се получат чрез симулационни модели на взаимодействието на светлината с тях [69][70]. Надеждността на тези модели, зависи преди всичко от точните познания на оптичните им свойства. Базирайки се на свойство на еластичност и вискозност на органичните проби от едри и дребни преживни животни, техните оптични свойства може да се опишат чрез теорията на Максвел за флуидите. Възможността за съхраняване на енергията при деформация зависи право пропорционално от корелациите във времевите функции на стохастичните сили, действащи на биологичните структури в термично равновесие.

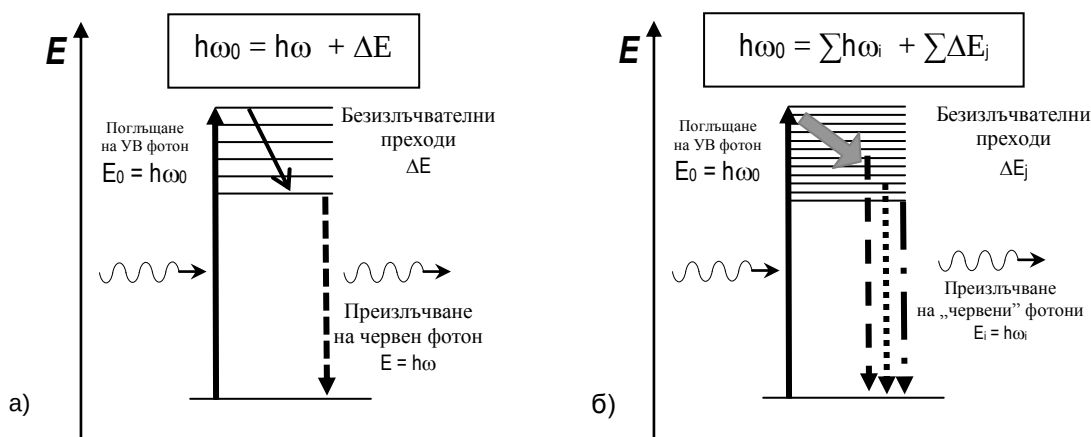
След извършения литературен обзор на [45][36][34][37][39][40][41][43][44][30][32] е установено, че при диагностицирането на кръвни проби и проби от абсцес от болни и здрави едри и дребни преживни животни, в дисертационния труд, посредством флуоресцентен анализ е установено наличието на бактериите *Fusobacterium necroforum*, *Corynebacterium pyogenes*, *Mannheimia haemolytica* и *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, и *Pasteurella multocida*. При диагностицирането на проби от вагинален секрет, описано в дисертационния труд, на болни едри и дребни преживни животни е установено наличието на бактериите: *E. Coli* и *Streptococcus pyogenes*. При диагностицирането на проби от слузен секрет от носа на болни едри и дребни преживни животни е установено наличието на бактериите: β -Hemolytic *Stafilococcus pyogenes*[68].

2. Обзор на методите, които се използват при анализа на проби и описание на алгоритмите за свързване на квантовото и оптоелектронни апарати, чрез прилагане на системен инженерен подход за решаване на значими реални задачи

2.1 Взаимодействие на светлината с веществото

2.1.1 Флуоресценция на светлината

Флуоресценцията е вид фотолуминесценция, частен случай на луминесценцията, и е атомен процес, при който електрон поглъща високочестотен фотон, прави поне един безизлъчвателен преход на по-ниско енергетично ниво, след което претърпява процес на релаксация към основното си ниво и преизлъчва нискочестотен фотон. Важни параметри за характеризиране на флуоресценцията са квантовият добив и времето на живот. Квантовия добив на флуоресценцията дава ефективността на процеса флуоресценция. Явлението е свързано с излъчвателен преход на атомите или молекулите от възбудено в основно състояние [11][17][4][14].



Фигура 6 Опростени схеми на енергетични диаграми на флуоресценция

Условно може да се каже, че средата поглъща виолетов или „ултравиолетов“ (УВ) фотон и преизлъчва „червен“ фотон, както е онагледено на фигура 6.

Флуоресцентната емисия е случаен процес. Молекули отделят фотони за $t = \tau$. Времето на живот е средната стойност на времето, прекарано във възбудено състояние. 63 % от молекулите релаксират преди $t = \tau$ и 37 % релаксират при $t > \tau$

2.1.2 Разсейване на светлината

Процесът при, който малки частици намиращи се в среда с различен показател на пречупване, разпръскват част от падащата светлина във всички посоки се нарича разсейване на Релей. Релеевото разсейване е линейно ако интензитета на светлината е слаб. Този процес се дължи на нееднородности в средата, в която се разпространяват частиците. Промените на средата като различна температура, плътност, налягане и други водят и до промяна в показателя на пречупване, който е фактор за разсейването на Релей. [2][3][12][16].

Релеевото разсейване се характеризира със следните особености:

- Поради члена $(1 + \cos^2 \theta)$ разсейването на падащата вълна в права и обратна посока е еднакво
 - $I(\lambda) \propto I_0 \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right)^4$, което означава, че най-силно се разсейват малките дължини на вълните, т.е. УВ, виолетовия и синия цветове, докато червеният се разсейва по-слабо. Тези цветове, които се разсейват по-слабо ще продължат напред по посока на разпространение на лъча, т.е. червените продължават напред, а сините се разсейват във всички посоки.

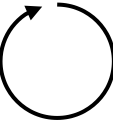
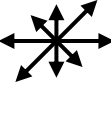
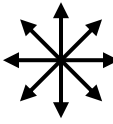
Разсейването на Ми се наблюдава, когато размерите на частиците d са $0,1\lambda < d < 10\lambda$. Частиците, които изпълняват горното условие са пращинки, дим, водни капки и други подобни в долната част на атмосферата. Разсейването на Ми е причината облаците да изглеждат бели. А именно по-едрият частици разсейват всички дължини на вълната, поради, която бялата светлина след Ми разсейване се вижда бяла, докато след релеево разсейване се вижда синя [15][74].

2.1.3 Поляризация на светлината

Свойството на електромагнитните вълни, което е свързано с векторния характер на разпространяващото се електрично поле и изразяващо се в това, че върхът на вектора на електрическото поле E описва определена траектория-линейна, кръгова или в общия случай елиптична се дефинира като поляризация на светлината.

При преминаването на линейно поляризираната светлина през различни среди, в зависимост от особеностите на средата, линейната поляризация може да се преобразува в кръгова или, в общия случай, елиптична. Също така е възможно в процеса на разпространение да се отдели преимуществено определена поляризация[18][19].

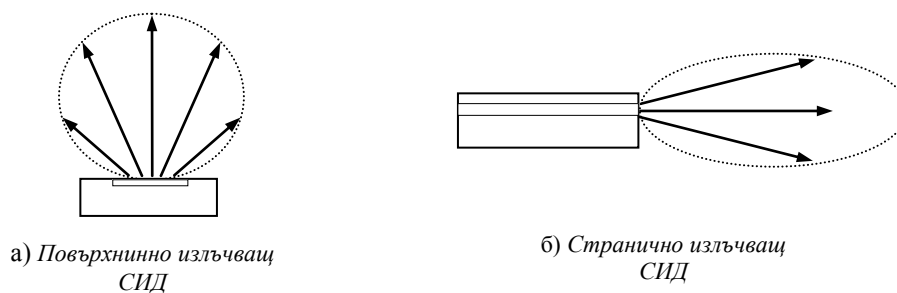
Таблица 3 Различни състояния на поляризацията

Х линейна поляриза ция	Y линейна поляриза ция	45°линей на поляриза ция	-45° лин. поляриза ция	Кръгова поляриза ция	Елиптичн а поляриза ция	Частично поляризи рана	Неполяризи рана
							

2.2. Квантово и оптоелектронни компоненти влизащи в композираните апарати описани в дисертационния труд

2.2.1 Светодиоди

Известни са още като електролуминесцентни диоди (ЕЛД) или светоизлъчвателни диоди (СИД). Има три типа СИД: повърхнинно излъчващ, странично излъчващ и свръх излъчващ (суперлуминесцентен) светодиод[6][7].



Фигура16 Повърхнинно излъчващ и странично излъчващ СИД

Повърхнинно излъчващите диоди (surface emitting – SLED) са предложени от Баръс и Милър (Burrus and Miller, 1971) се характеризират с: Голяма излъчваща повърхност, Широка диаграма на излъчване, Голяма оптична мощност, Нелинейна ват-амперна и Спектралната ширина до около 10% от централната дължина на вълната. Странично излъчващите СИД (edge emitting – ELED) са предложени от Етенберг (Ettenburg 1976) и се характеризират с: По-малка оптична мощност, Малки размери на излъчващата повърхност 30-50 μm , По-добра диаграма на насоченост и Спектралната ширина до около 7% от централната дължина на вълната[8][11][57].

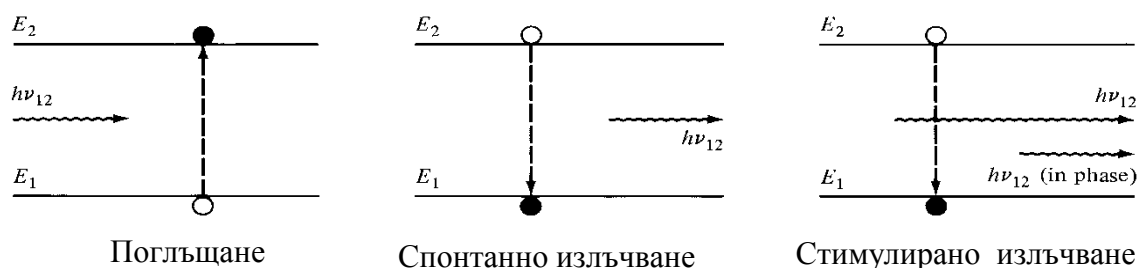
2.2.2 Лазерни диоди

Лазерните диоди се основават на стимулирана емисия в ПП структура. При преминаване на ток в права посока се получава кохерентно излъчване с много тясна спектрална ширина и голяма оптична мощност. Кохерентното лъчение се получава поради по-високата спектрална честота на лазера вследствие на оптичната обратна връзка – резонатор. Лазерът е оптичен осцилатор. Той включва резониращ оптичен усилвател, чийто изход се връща обрано към входа при съгласуване на фазата[7][25].

В оптичната система за усилване се използват три основни механизма:

- 1- Поглъщане на фотони
- 2- Спонтанна емисия
- 3- Стимулирана емисия

Тези механизми са показани на Фиг. 21.



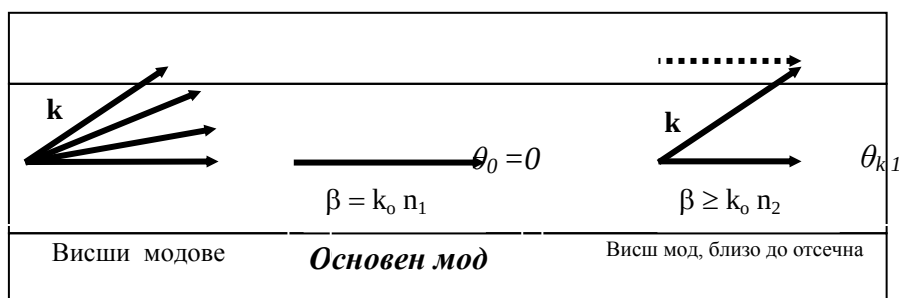
Фигура 21 Механизми за получаване на усилване в активната оптична среда

2.2.3 Многомодови оптични влакна

Световодите представляват оптични вълноводи с кръгово напречно сечение, изтеглени под формата на оптични влакна. Те са съставени от сърцевина с радиус a и показател на пречупване n_1 и обвивка с радиус b и по-нисък показател на пречупване $n_2 < n_1$. За описание на вълноводните свойства на оптичното влакно се въвежда V -параметър или т.н. *нормирана честота* [12]. За дължина на вълната λ , оптично влакно с диаметър на сърцевината $2a$ и на обвивката $2b$, и идеална кръгова симетрия на напречното сечение V -параметърът се дава с израза:

$$V = \frac{2\pi}{\lambda} a \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \frac{2\pi}{\lambda} a NA \quad (65)$$

$$\beta_k \leq k \cos \theta_k \quad (66)$$



Фигура. 27 Константи на разпространение β на основния най-нисш мод и на най-висшия, близък до отсечка мод.

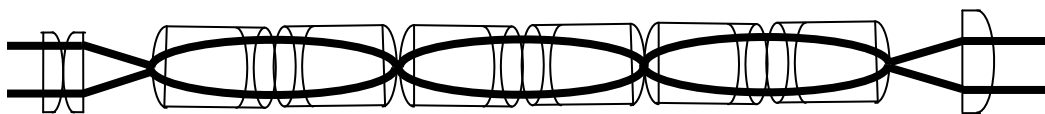
Когато V -параметърът е по-малък от дадена критична стойност V_c , във влакното се разпространява само един мод – основния. Критичната стойност V_c се получава за дадена дължина на вълната, наречена дължина на отсечка:

$$V_c = \frac{2\pi}{\lambda_c} a \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (70)$$

При $\lambda > \lambda_c$ във влакно се разпространява само основния мод, настъпва едномодов режим, а влакното се нарича едномодово. При $\lambda < \lambda_c$ във влакното могат да се разпространяват много модове и в зависимост от техния брой влакната са маломодови или многомодови. За влакна със стъпално променящ се коефициент на пречупване, $V_c \approx 2,405$ [13][22].

2.2.4 Щаб лещи

Харълд Хопкинс ги въвежда в производството, като ефективен заместител на оптичните влакна в ендоскопите в края на 60-те години на миналия век. За повишаване качеството на пренесения светлинен сигнал обикновено щаб лещите се конструират, като ахромати[23][28]. Ахроматите намаляват значително ефекта на хроматичната и сферичната аберация. Най-често срещания ахромат е ахроматният дублет. Той е съставен от две слепени лещи с различен коефициент на дисперсия[73][74].



Фигура. 31 б Система от щаб лещи

2.2.5 Линейни фотодиодни матрици

2.2.5.1 CMOS

Резолюцията, динамичният диапазон и устойчивостта на шум при CMOS матриците са по-ниски отколкото при CCD. Това се обяснява със сложността на устройството, а също и с по-ниската светлочувствителност на полевите транзистори на елементите. Използваните във фотоапарати от нисък клас в началото, CMOS матриците са конструирани във вид на голяма хибридна микросхема, върху платката на която са монтирани много сервизни схеми на фотоапарата. Това са аналогово-цифровият преобразувател (АЦП) и електронният затвор, схемите за баланса на белия цвят и компресията на изображението. За производство на CMOS матриците се използва промишлено оборудване и технология аналогични на тези които се използват за производство на повече от 95% от микроелементите. Тъй като съвременната CMOS технология позволява високо ниво на интеграция, съществува реална възможност за производство на видеокамера във вид на интегрална схема. Такова решение ще доведе до значително понижаване на цената. Active-pixel sensor (APS) е архитектурата благодарение на която се постига високо бързодействие и изключително ниско енергопотребление- около 100 пъти по-малко от това на CCD матриците[14].

2.2.5.2 CCD

CCD съдържа набор от квадратни фоточувствителни клетки, които преобразуват постъпващите фотони светлина в електрони и натрупват резултантен заряд. Клетките са свързани последователно, образувайки редове и колони като всяка клетка представя един елемент от снимката, наречен пиксел. По време на генериране на изображението, управляващите линии на CCD предизвикват прехвърляне на техния заряд в близкостоящата клетка по реда или колоната. Натрупаният заряд се прехвърля от клетка в клетка, по подобие на гасенето на пожар в миналото, когато хората са се нареждали в редица и всеки е предавал ведрото с вода на следващия, което е получавал от предходния. Следователно, четенето на изображението от цифровата камера съдържа многократно повтарящи се прехвърляния по редове или колони. В крайна сметка, изходът на камерата извежда по един пиксел за всеки такт [24][26].

2.2.6 Поляризатори

Приборът, чрез който от неполяризирана светлина се получава поляризирана се нарича поляризатор. Съществуват *линейни поляризатори*, които отделят само линейна поляризация и *кръгови поляризатори*, които отделят само кръгова поляризация. Съответно приборът, който се използва за анализ на състоянието на изследваната поляризация се нарича анализатор. Разликата между поляризатор и анализатор е във функцията, която изпълнява.

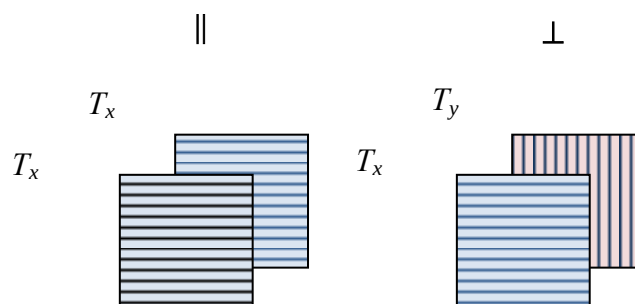
Ако дефинираме пропускането на електрическия вектор по X- и Y-осите за дебелина d като

$$p_x = \frac{E_x(z)}{E_x} = e^{-\alpha_x kd / 2} \quad p_y = \frac{E_y(z)}{E_y} = e^{-\alpha_y kd / 2}$$

То тогава:

$$T_x = p_x^2 \quad T_y = p_y^2$$

Ако имаме два идентични поляризатора с пропускане по осите съответно T_x и T_y , то можем да измерим пропускането $T_{\parallel}$, когато те са с успоредни оси на пропускане и пропускането $T_{\perp}$, когато те са с кръстосани оси на пропускане [11][25][79][78][80]. Може да се покаже, че



Фигура 39 Пропускане по осите

ГЛАВА II. КОМПОЗИРАНЕ НА МОБИЛЕН ФЛУОРЕСЦЕНТЕН АНАЛИЗАТОР

II.I Цел и Техническо задание за композиране на мобилен флуоресцентен анализатор

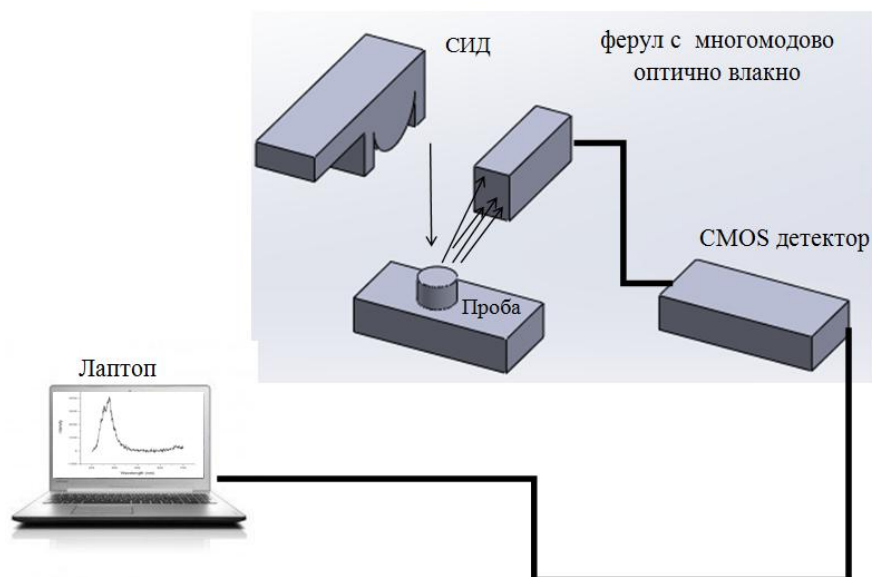
Изяснено беше, че подходяща физическа основа за изследвания е флуоресцентният анализ на взети проби. За приложение на метода е необходимо разработване и реализация на съответната апаратура и софтуер[15][21][20][16][17][64][65].

II.I.I. Цел за композиране на мобилен флуоресцентен анализатор: да се композира оптоелектронна инсталация за анализ на биологични животински проби и хранителни проби. Уточнено – анализ на вирусен, бактериален и клетъчно-морфологичен състав на пробата. Пробите да представляват течен биологичен материал с тегло от порядъка на грам, взети от изследвани едри и дребни преживни животни със съмнение за заболяване.

II.IV. Приложение на системен инженерен подход за композиране на мобилния флуоресцентен анализатор

Съгласно анализите, които са проведени и имайки предвид съпоставката между нивата на интензивност на емисионния сигнал при ъгъл на завъртане на ферула на приемащото многомодово влакно и чрез прилагане на системен инженерен е композиран мобилният флуоресцентен анализатор, който е представен на фигура 46, състоящ се от следните елементи:

- Лазерни светодиоди UVTOP245 и UVTOP255: Избрани са два диода с $\lambda_{\text{radiation}} = 245 \text{ nm}$ (използван при полевите анализи описани в V.I.II Полеви анализи, чрез използването на мобилен флуоресцентен анализатор) и $\lambda_{\text{radiation}} = 255 \text{ nm}$ (използван при лабораторните анализи описани в V.I.I Лабораторни анализи, чрез използването на системата мобилен флуоресцентен анализатор) съобразно емисионното лъчение на разпространените бактерии и нерегламентирани вещества в състава на животинските организми и хранителните проби. Изходната им мощност от 3 mW е най-оптимална при анализ на биологични оптично активни среди. Светодиодите са с херметично запечатана опаковка TO-39 с полусферична леща, това им позволява стойността на емисионния ъгъл да бъде 7° .
- Многомодово оптично влакно FG200LEA. То е с диаметър на сърцевината 200 μm и стъпален индекс на показателя на пречупване. Този тип оптични влакна се използват широко като вълноводи при оптичната спектроскопия при анализ на течни биологични среди. Диаметърът на сърцевината му е $125 \pm 1 \mu\text{m}$. Поради тази причина този тип влакна са съвместими с стандартните съединители и компоненти в оптичните системи.



Фигура 46 *Схема на Мобилния Флуоресцентен анализатор*

- Подложката за биологични проби е кварцово стъкло: Този тип стъкло е съставено от чист силициев окис в аморфна (не-кристална) форма. Оптичното му свойство да бъде прозрачно за видимата светлина и за ултравиолетовите и инфрачервени лъчи позволяват при него да липсват нееднородности, които разсейват светлината. Оптичните и термичните му свойства надвишават тези на другите типове стъкло поради неговата чистота. Поглъщането на светлината в кварцовите стъкла е слабо изразено
- CMOS detector, които е избран е S9132. Чувствителността на CMOS detector е в интервала от 200 nm до 1100 nm. Разделителната му способност е $\delta\lambda = 5 \text{ nm}$.

Приноси към Глава II

- Проектирана е и е разработена специализирана инсталация за приложни биологични изследвания в областите на ветеринарната медицина и хранително-вкусовата промишленост, чрез приложение на явлениято флуоресценция.
- Инсталацията обезпечава анализи на проби чрез облъчване в UV областта като възможностите ѝ са за облъчване от 245 до 255 nm. За възбуждащ източник при анализите на кръвни проби е използван източник на лазерно лъчение в UV част на спектъра с емисионно лъчение $\lambda = 245 \text{ nm}$. За възбуждащ източник при анализите на млечни проби е използван източник на лазерно лъчение в UV част на спектъра с емисионно лъчение $\lambda = 255 \text{ nm}$ (полупроводников излъчвател – диод със захранваща стабилизирана подсистема).
- Инсталацията работеща с лазерно лъчение на възбуждащите източници е с ниска мощност 3 mW. Мобилният флуоресцентен анализатор детектира (регистрира) емисионните лъчения посредством CMOS детектор с чувствителност 1,3 μW в спектралния диапазон [200-1100] nm, разделителната способност на детектора ($\delta\lambda$) е 8 nm, захранващото му напрежение е 4 V, общото тегло на инсталацията е 6 kg.

- Инсталацията детектира анализ на нивата на интензивност на емисионните дължини на вълните на 0,8 g течен биологичен материал в спектралната област 310 – 620 nm 0,8 g течен биологичен материал с точност с грешка 0,23% и общо ниво на шумовете под 0.3dB.
- Инсталацията мобилен флуоресцентен анализатор е достатъчно компактна за извършване на полеви анализи (юстирана е върху площ с ширина 20 cm и дължина 32 cm) локално при обекта на изследване. Общото и тегло е 6 kg
- Инсталацията детектира емисионните дължини на вълните на 0,8 g на подвижните микробиологични обекти в състава на 0,8 g течен биологичен материал, тъй като изходната и мощност е 3 mW.
- Определени са експлоатационните граници на разработения прототип на мобилен флуоресцентен анализатор.

ГЛАВА III. КОМПОЗИРАНЕ НА МОБИЛЕН ВЛАКНЕСТО-ОПТИЧЕН ПОЛЯРИЗАЦИОНЕН АНАЛИЗАТОР

III.I. Цел и Техническо задание за композиране на мобилен влакнесто-оптичен поляризационен анализатор

III.I.I. Цел за композиране на мобилен влакнесто-оптичен поляризационен анализатор: да се композира оптоелектронна инсталация за анализ на биологични животински проби. Пробите да представляват 30 g течен биологичен материал. Определянето на равнината на поляризация да се извършва в спектралната област [460-700] nm.

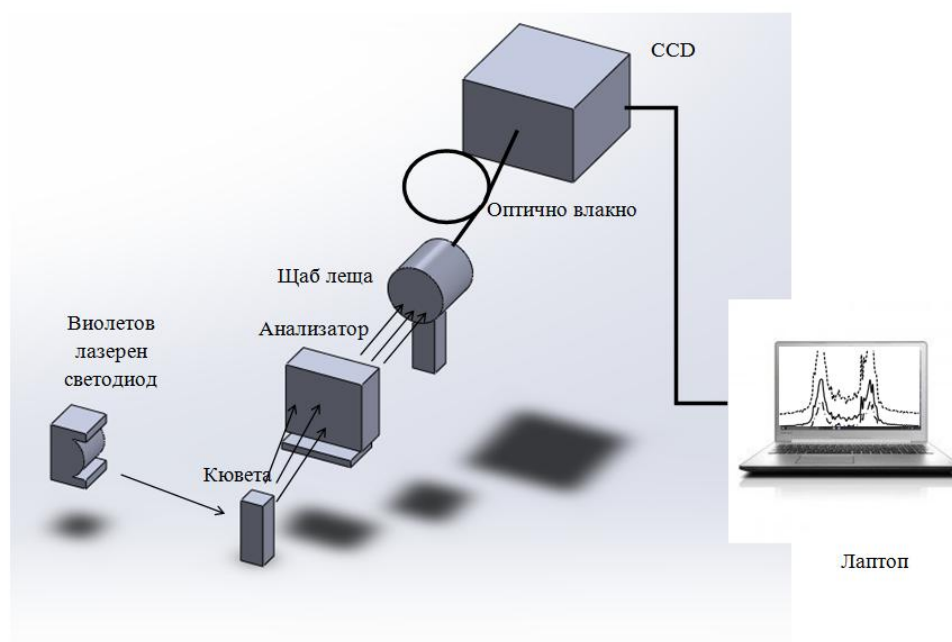
III.IV Приложение на системен инженерен подход за композиране на системата мобилен влакнесто-оптичен поляризационен анализатор

Съгласно експериментите, които са проведени и имайки предвид съпоставката между нивата на интензивност на емисионния сигнал при ъгъл на завъртане на ферула на приемащото многомодово влакно е конструирана система мобилен влакнесто-оптичен поляризационен анализатор, която е представена на фигура 57, състояща се от следните елементи:

- Виолетовият лазерен светодиод използван в системата, е WSLP-405-005m-4 $\lambda_{\text{radiation}} = 405 \text{ nm}$, $P_{\text{input}} = 5 \text{ mW}$, с полусферичен обектив. Този виолетов източник на светлина е избран по две причини: След извършена литературна справка беше установено, че най-оптималното емисионно лъчение в системите, използващи явлениято поляризация е 405nm, а най-високата оптимална мощност е 16,7 mW. Така конфигурираният източник не нанася вреда върху микроорганизмите в състава на биологичната проба и не нарушава нейната цялост [131]. Втората причина е конструктивна, WSLP-405-005m-4 е поляризиран източник на светлина. Този факт позволява в системата да няма необходимост да се поставя поляризатор след източника на светлина, а само анализатор преди щаб лещата. Това конструктивно предимство влияе върху себестойността и компактността на конструкцията на системата.
- Ахроматичната щаб леща е ахроматен дублет. Той е съставен от две слепени лещи с различен коефициент на дисперсия Schott и Corning с антиотражателно покритие.

Радиусите на двете лещи се подбират, така че хроматичната аберация на едната леща да компенсира тази на другата. Антиотражателното покритие от своя страна намалява коефициента на отражение до 0,2%.

- Многомодовото оптично влакно е FG200LEA . То е с диаметър на сърцевината 200 μm и стъпален индекс на показателя на пречупване. Този тип оптични влакна се използват широко като вълноводи при оптичната спектроскопия при анализ на разтвори. Диаметърът на сърцевината е $125 \pm 1 \mu\text{m}$. Поради тази причина този тип влакна са съвместими със стандартните съединители и компоненти в оптичните системи.
- CCD Зарядно свързан детектор е 128 пикселова InGaAs CCD G9204-128D матрица. G9204-128D осигурява висока чувствителност във видимия диапазон. Сензорът за детектиране на светлината има антирефлексно покритие, което подобрява ефективността на измерването. Към CCD G9204-128D е монтиран допълнителен охлаждащ механизъм, който е термоелектричен и използва двустепенна охладителна система (Пелтиев елемент) с принудително въздушно охлаждане.
- Поляризатор/Анализатор с пропускане 42 % използван в системата е Edmund88-095. Той изпълнява ролята на анализатор, тъй като излъчваната светлина от източника е поляризирана



Фигура 57 *Схема на мобилен влакнесто-оптичен поляризационен анализатор*

Приноси към Глава III

- Проектирана е и е разработена специализирана инсталация за приложни биологични изследвания в областта на ветеринарната медицина, чрез приложение на явленията поляризация на светлината
- Посредством използването на хоризонталното позициониране на поляризиран източник на лазерно лъчение инсталацията обезпечава анализи на проби чрез облъчване в UV областта като възможностите ѝ са за облъчване от 405 nm.

- Посредством инсталацията мобилен влакнесто-оптичен поляризационен анализатор се генерира ортогонално разсейване на поляризирана светлина с мощност е 16,7mW като по този начин не се нанася вреда върху микроорганизмите в състава на биологичните проби и не нарушава тяхната цялост
- Инсталацията е достатъчно компактна за извършване на полеви анализи (юстирана е върху площ с ширина 50 cm и височина 25 cm) локално при обекта на изследване. Общото и тегло е 4 kg
- Инсталацията работи посредством приложението на определянето на равнината на поляризация на разсеяната светлина при анализ на клетъчната морфология на кръвта. Лъченията са детектирани посредством CCD детектор с чувствителност 0,9 μ W в спектралния диапазон [410 900] nm, разделителна способност 9 nm
- Мобилният влакнесто-оптичен поляризационен анализатор има приложение при анализ на 30 g течни мътни биологични материали с висок процент на вискозност, чрез определянето на равнината на поляризация на разсеяната светлина при анализ на клетъчната им морфология
- Приемаштата формираща оптика, която отвежда лъчението до детектора е композирана от щаб леща и многомодово влакно като по този начин се намалява ефекта на хроматичната и сферичната аберация. Този факт гарантира чистотата на носещото информация лъчение.
- Инсталацията е приложима за анализ на нивата на разсеяна поляризирана светлина от 30 g течен биологичен материал в спектралната област 410 – 900 nm, с грешка 0,19% и общо ниво на шумовете под 0.1dB.
- Определени са експлоатационните граници на разработения прототип на мобилен влакнесто-оптичен поляризационен анализатор

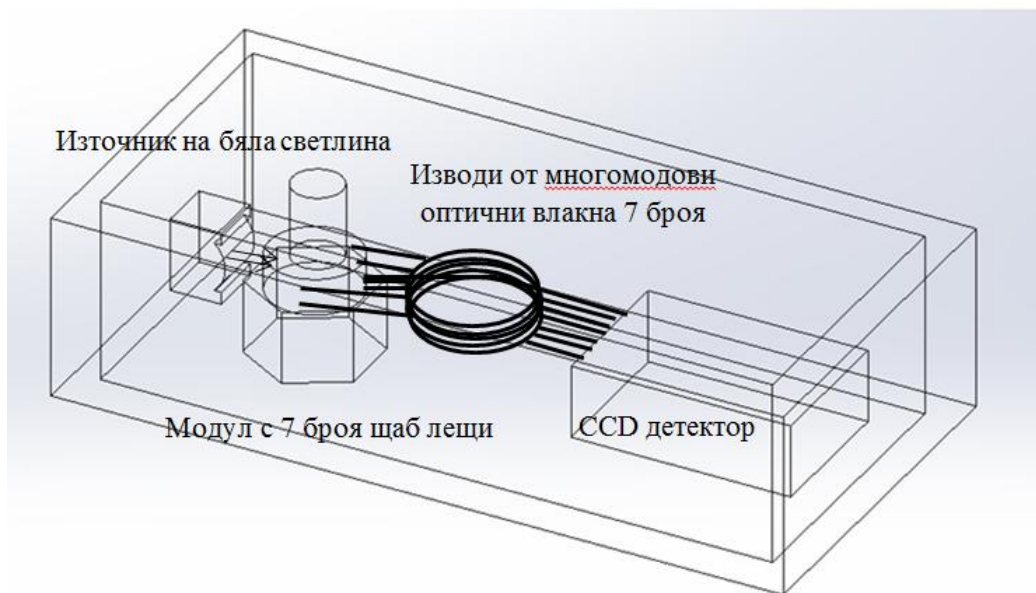
ГЛАВА IV. КОМПОЗИРАНЕ НА МОБИЛНА ШИРОКОСПЕКТЪРНА ВЛАКНЕСТО-ОПТИЧНА СИСТЕМА С ЩАБ ЛЕЩИ

IV.I Цел и Техническо задание за композиране на Мобилната широкоспектрна влакнесто-оптична система с щаб лещи

IV.I.I. Цел за композиране на мобилната широкоспектрна влакнесто-оптична система с щаб лещи: да се композира оптоелектронна инсталация за анализ на биологични хранителни проби. Инсталацията е приложима в спектралната област 450 – 710 nm и служи за регистриране на нерегламентирани съставни части или бактерии чрез използване на явлениято разсейване на светлината

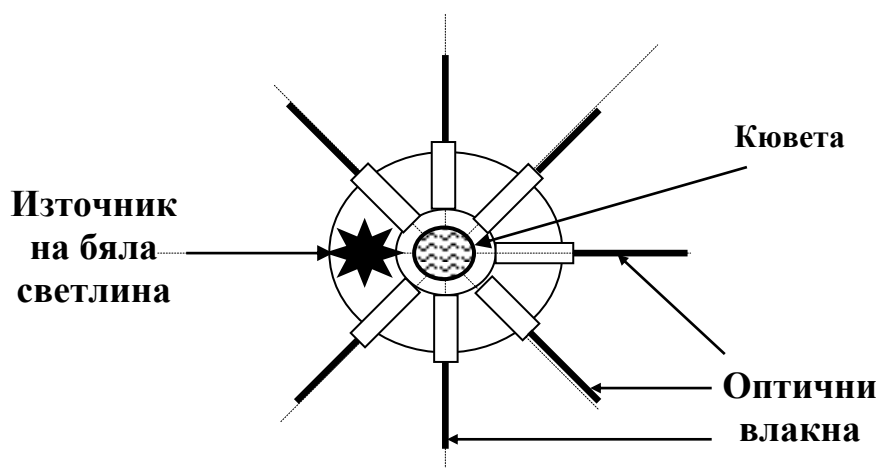
Мобилната широкоспектрна влакнесто-оптична система описана в дисертационния труд е предназначена за анализ на 7 ъгъла на разсейване едновременно, това означава, че разпределенията на интензитета на щаб лещите влизаци в състава и трябва да бъдат абсолютно независими за всяка една леща. Лещата трябва да покрива точно определен брой пиксели при всяко едно измерване със системата. Крайната и началната точка на разпределението на щаб лещата трябва да бъдат ясно изразени. 7-те щаб лещи бяха колимирани, така че най-широкото разпределение да обхваща 18 пиксела, за да могат да се покрият 126 броя пиксели на наличната фотодиодна матрица.

Конструирането на широкоспектрната влакнесто-оптична система с щаб лещи беше извършено след прецизна сглобка на съставните му части. Всяка една от лещите, необходими за покриване на целия интервал от пиксели на фотодиодната матрица, беше колимирана. Лещите бяха подредени радиално в една равнина в общ модул, заедно с широкоспектрен източник на светлина и кварцова кювета[76][77]. Светлината от източника попаднала върху всяка леща се извежда посредством оптично влакно до фотодиодната матрица.



Фигура 67 Схема на мобилната широкоспектрна влакнесто-оптична система с щаб лещи

Детекторната повърхност представлява 126 пикселова InGaAs CCD (G9204-512D – Hamamatsu Photonics) линейна матрица с вграден нискошумов усилвател характеризиращ се с висока чувствителност, нисък ток на тъмно и висока стабилност в 410-900 nm спектралния диапазон. Два капацитивни високо-скоростни аналогово-цифрови преобразувателя (ADCs) трансформират аналоговите сигнали приети от CCD детектора. Спектърът от всяка една леща се визуализира на компютър посредством специално изработен софтуер, приспособен за конкретния модел CCD матрица. Схема на мобилна широкоспектрна влакнесто-оптична система с щаб лещи е представена на фигура 67



Фигура 68 Модул с щаб лещи.

Щаб лещите, влизащи в състава на влакнесто-оптичната система са подредени по специален начин съобразно размерите на кюветата, с цел покриване на целия външен периметър. Размерът на кварцовата кювета беше съобразен с размерите на щаб лещите. Последните са подредени по такъв начин около нея, че да покриват целия и диаметър. Тази прецизна центровка е извършена с цел да може да се извърши вярна детекция на

ъглите на разсейване от частиците влизащи в състава на определена течна проба, която е налята в кюветата. На фигура 68 е представена подредбата на щаб лещите в модула около кварцовата кювета.

Приноси към Глава IV

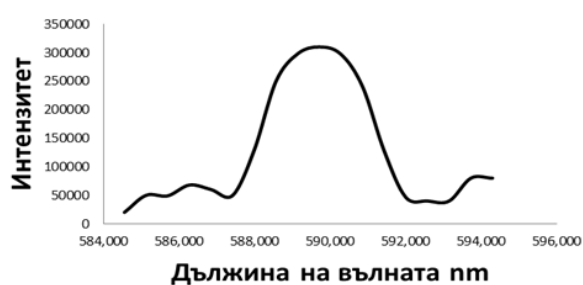
- Проектирана е и е разработена специализирана инсталация за приложни биологични изследвания в областите на хранително-вкусовата промишленост, чрез приложение на явлениято разсейване на светлината
- Конструиран е авторски модул с щаб лещи, подредени по специален начин, регистриращ едновременно 7 ъгъла на разсейване. Елементната база на модула на системата е от съществено значение, като приложение на кварцови кювети, за разлика от стъклени, и приложението на щаб лещи в композиция с многомодово оптично влакно с подходящи характеристики, като по този начин не внасят спектрални деформации и паразитни оптични сигнали.
- Ходът на лъчите на преминалите през композираната от щаб леща и оптично влакно формираща оптика пада върху челните повърхности на работните оптични влакна под малък ъгъл спрямо оста и на малко разстояние от точката на падане. Лъчите са параксиални (близки лъчи на разпространение до оптичната ос на елемента). Това позволява разпределението на интензитета да бъде най-близко до Гаусовото
- Разпределенията на интензитета на щаб лещите, влизащи в състава на авторския модул, са независими за всяка една леща. Всяка щаб леща покрива точно определен брой пиксели при всяко едно регистриране на лъчение
- Инсталацията мобилна широкоспектрна влакнесто-оптична система е достатъчно компактна за извършване на полеви анализи (юстирана е върху площ с юстира върху площ с дължина 40 cm и ширина 50 cm) локално при обекта на изследване. Общото и тегло е 8 kg
- Инсталацията детектира лъчения едновременно със 7 ъгъла на разсейване от 20 g течен биологичен материал. Поради факта, че изходната мощност на източника е 3 mW по никакъв начин не нарушава цялостта на пробата
- Инсталацията детектира анализ на нивата на интензивност на разсеяно лъчение от 20 g течен биологичен материал в спектралната област 450 – 710 nm с точност с грешка 0,19% и общо ниво на шумовете под 0.1 dB
- Мобилната широкоспектрна влакнесто-оптична система детектира лъчение посредством посредством CCD детектор с чувствителност 0,9 μ W в спектралния диапазон [410 – 900] nm и разделителна способност на детектора 9nm
- Определени са експлоатационните граници на разработения прототип на мобилна широкоспектрна влакнесто-оптична система, които са: относителната влажност на въздуха в интервала [33 - 61]%, околна работна температура в интервала [4 ; +27] °C

ГЛАВА V. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ АНАЛИЗИ

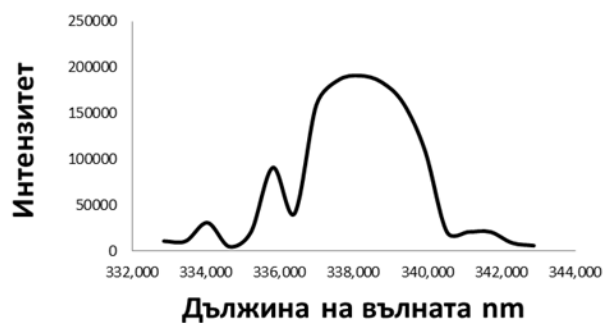
V.I Анализи извършени посредством системата мобилен флуоресцентен анализатор

Изследвани са различни проби от болни едри и дребни преживни животни, чрез флуоресцентна спектроскопия. Установено е, че най-подходящата дължина на вълната на възбуждане за проби от едри и дребни преживни животни е 245 nm. Избрана е ниска дължина на вълната на възбуждане, тъй като бактериите, които причиняват заболявания и инфекции при едрите преживни животни, имат по-ниски емисионни дължини на вълните. Чрез прилагането на флуоресцентна спектроскопия се установява достъпен и бърз метод за анализ на различни проби от едно животно. Еднакво ефективни бяха тествани като кръвна проба и проби от абсцес, вагинален и носен секрет. Флуоресцентната спектроскопия е проведена в локално във фермата не се е извършвала в лабораторията, това е възможно поради мобилността на системата. Методът може да се приложи при масов тест, тъй като моделът на спектралния анализатор за флуоресцентна спектроскопия, описан в дисертационния труд, е лесен за работа и е доста достъпен. Флуоресцентната спектроскопия може безопасно да замени трудоемките и скъпи тестове на тривиалните микробиологични лаборатории. Трите основни предимства на флуоресцентната спектроскопия са, че методът е бърз, не изисква консумативи и може да се извърши на място във фермата.

Решението за полеви измервания е взето, за да се избегне повреждането на пробите при транспортиране и по този начин да се осигури по-надеждният флуоресцентен анализ. При флуоресцентен анализ на кръвна проба бяха регистрирани емисионни дължини на вълните характерни за *Fusobacterium necrophorum*, *Corynebacterium pyogenes* (характеризиращи болест на копита) и *Mannheimia haemolytica* (характеризиращи пневмония при говеда) при флуоресцентен анализ на проба от абсцеса бяха регистрирани дължини на вълната на *E. Coli* и *S. Aureus* (характеризираща инфекциозно Заболяване).



Фигура 73 Флуоресцентна спектроскопия на *Fusobacterium necrophorum* с емисионна дължина на вълната 590 nm. Възбуждаща дължина на вълната $\lambda = 245$ nm



Фигура 74 Флуоресцентна спектроскопия на *Corynebacterium pyogenes* с емисионна дължина на вълната 338 nm. Възбуждаща дължина на вълната $\lambda = 245$ nm.

При флуоресцентен анализ на носен секрет е регистрирана дължина на вълната на излъчване на β -хемолитичен *Staphylococcus* (характеризираща вирусна инфекция на назалните проходи) при флуоресцентен анализ на вагинални секрети са регистрирани *Streptococcus pyogenes* и *E. coli* (характеризиращи вагиналната инфекция)[121] На фигура 73. и фигура 74. Ясно се виждат емисионните дължини на вълната на *Fusobacterium*

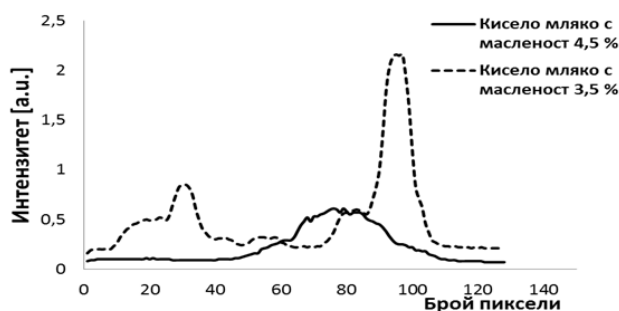
necrophorum и *Corynebacterium pyogenes*, които са регистрирани в кръвна проба на една от кравите. Диагнозата за наличие на костни заболявания е потвърдена от ветеринарен специалист

Емисионните дължини на вълните при бактериите открити в пробите от едни и дребни преживни животни са: 590 nm за *Fusobacterium necrophorum* [122], 338 nm за *Corynebacterium pyogenes* [123 16], 579 nm за *E. Coli* [124 17], 330 nm за *S. Aureus* [125] *Streptococcus pyogenes* [125] и 448 nm за *Mannheimia haemolytica* [126], 337 nm for *Pasteurella multocida*[127]. Посредством полевите тестове на Мобилния Флуоресцентен анализатор е усъвършенстван бърз и лесно достъпен полеви метод за флуоресцентна спектроскопия на течни проби от едри и дребни преживни животни. Доказано е, е най-оптималната възбуждаща дължина на вълната за флуоресцентен анализ на болни преживни животни е 245 nm Флуоресцентният метод е подходящ за ранна диагностика на проби, за установяване наличието на бактерии в организма на преживните животни, преди наличието на симптоми за заболяването, което причинява съответната бактерия. Това доказва детектирането на *Mannheimia haemolytica* в една от пробите. Флуоресцентният метод е подходящ за анализ на разнородни проби от едри преживни животни.

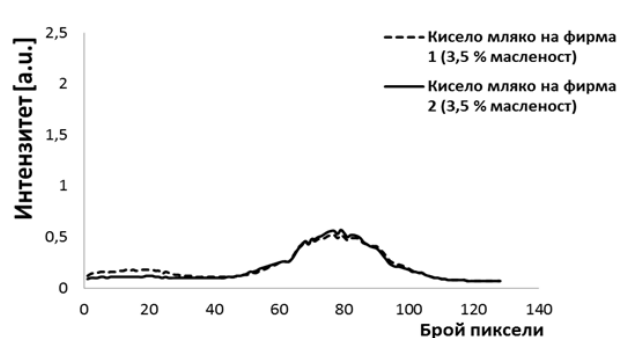
V.П.П Полеви анализи, чрез използването на мобилната широкоспектрна влакнесто-оптична система с щаб лещи

Изследванията показват, че консумирането на БКМ оказва положително влияние върху баланса в микробната популация в чревния тракт. Под влияние на получените метаболити при ферментацията от *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* приемането на БКМ води до повишаване броя на полезната специфична за чревния тракт микрофлора. Облекчава се смилането на лактозата, стимулира се имунната система и антитуморната активност в организма.

Качеството на един такъв толкова важен продукт би следвало да се следи редовно. За тази цел би трябвало да се извършват ежедневни тестове първо за състава на млякото и второ за маслеността му. Съществуват не малък брой производители, които използват вещества, чрез които киселото мляко изглежда на вид високо маслено, а в действителност не е така.



Фигура 86 Ъглови спектри на разсейване на мляко с различна масленост на един и същ производител



Фигура 87 Ъглови спектри на разсейване на кисело мляко на различни фирми с едни и същи процент масленост.

На фигура 86 е представен спектър на разсейване на кисело мляко предлагано от широко разпространена фирма производител. Вижда се, че спектъра е ясно изразен и с достатъчно висока интензивност, този факт означава, че могат да се анализират кисели млека с доста висока масленост. На фигура 86 ясно се вижда разликата в спектрите на разсейване на киселите млека с различна масленост взети от един и същи производител.

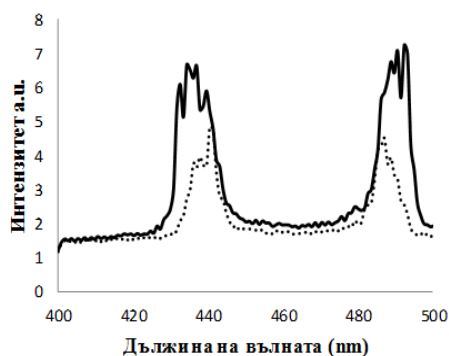
Втория пик при тестваното мляко с 3.5% масленост вероятно се дължи на хранителна добавка в състава на киселото мляко.

На фигура 87 се вижда припокриване на ъгловите спектри на разсейване на млека на две различни фирми с еднаква масленост. Вероятно това се дължи на еднаквата технология с която се произвеждат двете млека. Тези фирми са различни от предходно измерената.

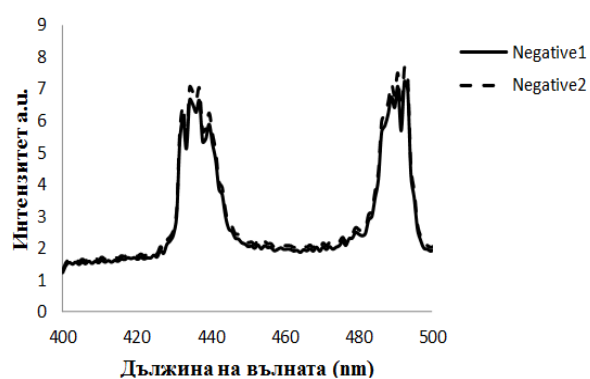
По състав киселото мляко наподобява прясното, от което се получава, но в много отношения се различава от него. Химичният състав на киселото мляко и промените, които са настъпили под действието на млечнокиселите бактерии, определят хранителната стойност на продукта. Химичният състав на отделните видове кисело мляко се определя от ред фактори - вида на прясното мляко, от породата на млекодайните животни, от храненето им, от прилаганата технология и др[59].

V.III.II Полеви анализи чрез приложението на системата мобилен влакнесто-оптичен поляризационен анализатор

Полевите анализи на влакнесто-оптичния поляризационен анализатор бяха направени на място в стопанството. Бяха изследвани 10 различни кръвни проби от млади едри преживни животни и резултатите бяха съпоставени с тестовите на същите проби изследвани посредством конвенционална апаратура позиционирана във Ветеринаромедицински факултет към Тракийски университет - Стара Загора. На Фигура 92 е представена Съпоставка между поляризиран сигнал преминал през две различни кръвни проби едната на здраво животно, а другата с наличие на BVDV вирус. Ясно се вижда разликата в разпределението на сигнала между двете проби. Това е изключително важен анализ, който доказва, че при хоризонтално позициониране на източника, каквото се наблюдава при влакнесто-оптичния поляризационен анализатор, което генерира ортогоналното разсейване на светлината се осигурява допълнителна информация относно състава на пробите. Този феномен е наблюдаван също и от Бенсан 1984г.[139]



Фигура 92 Съпоставка между поляризиран сигнал преминал през две различни кръвни проби едната на здраво животно, а другата с наличие на BVDV вирус



Фигура 93 Съпоставка между поляризиран сигнал преминал през две различни кръвни проби на здрави животни без с наличие на BVDV вирус

Салзман 1975г. [140] доказва, че човешки лимфоцити, моноцити и гранулоцитите могат да бъдат разграничени в концентрирани кръвни разтвори, чрез измервания на нивата на интензивност на поляризирана светлина, главно поради разликите в ортогоналното разсейване на светлината. Измервания на клетки от костен мозък на мишки е направено от Вайсер през 1980г.[141]. Информация за клетъчната морфология чрез определяне равнината на поляризация на разсеяна светлина в дисертационния труд е демонстрирана чрез използването на тази техника адаптирана към научно-приложно и иновативна

квантово и оптоелектронна система, чрез прилагане на системен инженерен подход за решаване на значими реални задачи в полза на ветеринарната медицина

Приноси към Глава V

- Доказано, е че инсталацията мобилен влакнесто-оптичен поляризационен анализатор е достатъчно компактна за извършване на полеви анализи (юстирана е върху площ с ширина 41 см и височина 17 см) локално при обекта на изследване. Разработената инсталация се приложи за практически изследвания при анализи на гнойно-катарален секрет с наличие на парчета плацента и кръвни проби от едри преживни животни.
- С приложението на мобилния влакнесто-оптичен поляризационен анализатор са получени нови резултати за вирусния състав на кръвните проби. Детектирано е наличие на BVDV вирус посредством извличане на информация за клетъчната морфология на 30 гр биологични материали от преживни животни, чрез анализ на нивото на поляризация на разсеяната светлина преминала през тях
- Анализирана е специализирана инсталация за приложни биологични изследвания мобилен влакнесто-оптичен поляризационен анализатор и е показана нейната реална приложимост и полезност в серия от изследвания извършени локално във Ферма МИЛКОМ град Раковски – голяма съвременна кравеферма в град Раковски и „Виа Алфа“ ЕООД – средна съвременна кравеферма град Първомай.
- Доказано, е че инсталацията мобилна широкоспектрна влакнесто-оптична система с щаб лещи е достатъчно компактна за извършване на полеви анализи (юстирана е върху площ с дължина 40 см и ширина 50 см). Разработената инсталация се приложи за практически изследвания при анализи на натурални сокове, масла за хранителната индустрия, етерични масла, алкохол, мед и кисело мляко.
- Доказано, е че мобилна широкоспектрна влакнесто-оптична система намира практическо приложение при анализите за маслеността на киселото мляко, състава на пчелния мед, състава на алкохолни проби и при анализи на натурални сокове, масла за хранителната индустрия, етерични масла, алкохол, мед и кисело мляко.
- Анализирана е специализирана инсталация за приложни биологични изследвания мобилна широкоспектрна влакнесто-оптична система с щаб лещи и е показана нейната реална приложимост и полезност в серия от изследвания извършени локално в Учебен комплекс 2000 – средно мащабна съвременна кравеферма в град Раковски и в стопанството на ЗП Надежда Стоянова село Калояново - малко стопанство за отглеждане на пчели
- Доказано, е че инсталацията мобилен флуоресцентен анализатор достатъчно компактна за извършване на полеви анализи (юстирана е върху площ от с дължина 38 см и ширина 42 см) локално при обекта на изследване. Разработената инсталация се приложи за практически изследвания при анализи на кръвни проби, проби от вагинален, носен секрет, абсцес и мляко от едри и дребни преживни животни
- С приложението на мобилния флуоресцентен анализатор са получени нови резултати за бактериалния състав на кръвни проби от едри преживни животни болни от дерматит и мастит и за състава на млякото на преживни животни. При анализите на кръвни проби са приложени различията в емисионната дължина на

вълната на флуоресценция на бактериите причиняващи конкретното заболяване. Резултатите от изследванията на млечни проби са базирани на разлика в емисионната дължина на вълната на флуоресценция на епителните клетки на млечната жлеза и съставните части на кръвта, които са причина за формиране на млякото в преживните животни. Наличието на бактерия *Fusobacterium necrophorum*- причиняваща дерматитни заболявания е детектирано посредством флуоресцентна спектроскопия, емисионната дължина на вълната на бактерията е 590 nm (за стойността е извършена справка с научно-приложна апаратура). Наличието на *Corynebacterium pyogenes* причиняваща костно заболяване е детектирано посредством флуоресцентна спектроскопия с емисионна дължина на вълната на бактерията е вълната 448 nm (за стойността е извършена справка с научно-приложна апаратура).

ПРИНОСИ ОТ ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД:

Разработени са и приложени за научни изследвания квантово и оптоелектронни инсталации. Инсталациите са разработени с висока компактност и с мобилност за реални полски приложения. Съвързането на апаратите в дисертационния труд е чрез прилагане на системен инженерен подход и нови ефективни решения на възли. Мобилните апарати описани в дисертацията решават реални задачи от областите на ветеринарната медицина и хранително-вкусовата промишленост. Обобщено резултатите от дисертационния труд, дадени в детайл към всяка приносна глава, могат да се формулират така:

1а. Идеино и практически е формулирана задача за разработване на оптоелектронна инсталация за изследване на биологични проби – кръв, вагинален и носен секрет, абцес и сурово прясно мляко чрез подход на флуоресцентен анализ. Разработената в дисертацията инсталация обезпечава анализи на проби чрез облъчване в UV областта като възможностите ѝ са за облъчване от 245 до 255 nm. Базира се на лазерни източници на лъчение в UV част на спектъра (основно с $\lambda = 245$ nm. Работи с нискоинтензивно лазерно лъчение с ниска мощност 3 mW (с минимално опасност за работещите с нея). Анализационният блок на системата детектира (регистрира) емисионните лъчения с чувствителност 1,3 μ W в спектралния диапазон [200-1100] nm, при разделителна способност 8 nm и захранване 4 V/ 0,03A. Системата е компактна за извършване на полски анализи с общо тегло 6 кг.

1.б. Показано е, че с приложението на мобилния флуоресцентен анализатор са получени нови резултати за бактериалния състав на биологични течни проби от едри и дребни преживни животни. При анализа на пробите бяха регистрирани емисионни дължини на вълните характерни за *Fusobacterium necrophorum* - 590 nm, *Corynebacterium pyogenes* - 338 nm (характеризиращи болест на копита) и *Mannheimia haemolytica* (характеризиращи пневмония при говеда) – 448 nm *E. Coli* - 579 nm и *S. Aureus* – 330 nm (характеризиращи инфекциозно заболяване), 337 nm - *Pasteurella multocida* (характеризираща белодробна инфекция)

1.г. Установено е че за анализите на клетъчно-морфологичния състав на сурово мляко от преживни животни, оптимална напompваща дължина на вълната за флуоресцентен анализ е 255 nm, излъчвана от лазерен диод.

1.д. С приложение на разработената инсталация е показано, че флуоресцентният анализ е подходящ както при отделни проби от мляко, така и на миксирани проби (от преживни животни). Също, възможностите на инсталацията са свързани с разпознаване на млякото от различни породи преживни животни.

2.а. Идеино и практически е формулирана задача за оптоелектронна инсталация за изследване чрез подход на поляризационни анализи на биологични проби – гнойно-катарален секрет с парченца плацента, плацента и кръвни проби, Разработена е инсталация от отбелязания тип. Тя е базирана на хоризонталното позициониране на поляризиран източник на лазерно лъчение в UV част на спектъра в с дължина на вълната 405 nm. Работи с нискоинтензивно лазерно лъчение 16,7mW (с минимално опасност за работещите с нея). Анализационния блок на системата детектира (регистрира) емисионните лъчения с чувствителност детектирани посредством CCD детектор с чувствителност 0,9 μ W в спектралния диапазон [410-900] nm., разделителна способност 9 nm и захранващо напрежение 5 V. Системата е компактна за извършване на полеви анализи с общо тегло 4 кг.

2.б. Показано е , че с приложението на мобилния влакнесто-оптичен поляризационен анализатор са получени нови резултати за вирусния състав на кръвни проби. Детектирано е наличие на BVDV вирус посредством извличане на информация за клетъчната морфология на 30 гр биологични материали

3.а. Идеино и практически е формулирана задача за оптоелектронна инсталация за изследване на хранителни проби – натурални сокове, масла за хранителната индустрия, етерични масла, алкохол, мед и кисело мляко чрез подход на разсейване на светлината. Разработена отбелязаната инсталация обезпечава анализи на проби чрез казания по-горе подход с работна дължина на вълната във видимата област като възможностите ѝ са за облъчване в диапазона [450 620] nm. Базира се на широкоспектърен източник (светодиодна система с влакнесто-оптична връзка) на лъчение във видимата област с мощност 3 mW). Анализационния блок на системата на основата на ССД детектира (регистрира) емисионните лъчения чувствителност 0,9 μ W в спектралния диапазон [410-900]nm, разделителната способност на детектора 9 nm и захранващо напрежение е в интервала 5 V, общото тегло на инсталацията е 8 кг.

3.б. Разработената инсталация е приложена за практически изследвания при анализи на натурални сокове, масла за хранителната индустрия, етерични масла, алкохол, мед и кисело мляко . С приложението ѝ са получени нови резултати свързани с окачествяването по масленост на кисели млека с нерегламентирана масленост. Предложеното в дисертацията решение се базира на използване в анализа на зависимостта на ъглите на разсейване на излъчването от осветената проба - мед, алкохолни проби, проби от етерични масла и масла с приложение в хранително-вкусовата промишленост. Изследванията по методиката позволяват да се разграничават различните по състав видове. Елементната база за системата е от съществено значение, като приложение на кварцови кювети, за разлика от стъклени, и оригиналното приложение на щаб лещи в композиция с многомодово оптично влакно с подходящи характеристики, не внасят спектрални деформации и паразитни оптични сигнали.

4. Експериментално са оценени условията за експлоатация и транспортиране на разработения прототип на мобилната широкоспектърна влакнесто-оптична система с щаб

лещи, мобилен флуоресцентен анализатор, и мобилен влакнесто-оптичен поляризационен анализатор

НАУЧНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ ОТ ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД- ОБОБЩЕНИЕ

На основата на насочени анализи и разработки чрез системен инженерен подход в лазерната и оптоелектронната техника и също в лазерната спектро-анализаторна техника, биологията и химия са проектирани, детайлизирани, създадени и приложени практически лазерно-оптоелектронни инженерни инсталации за анализи на биологични проби във ветеринарната медицина и на хранителни продукти.

1. Разработени и реализирани са прототипи на инсталации, изработени от прецизни оптоелектронни компоненти.
2. Приложението на инсталациите позволява полеви анализ на проби от големи и малки преживни животни и хранителни проби. Насоката е малогабаритност и мобилност на инсталациите за полевите приложения.
3. Експерименталната настройка на инсталациите от дисертационния труд анализира биологичните проби прилагайки ефектите на поляризация, разсейване и флуоресценция на лазерни лъчения със съответна регистрация и обработка.
4. Възможност за тестване на течни проби от големи и малки преживни животни, на място в стопанството е иновационно предимство и повишава качеството на анализа, тъй като пробата няма да бъде съхранявана или транспортирана до лаборатория, а ще бъде анализирана веднага след като бъде взета от животното
5. Приложението на разработените мобилни инсталации в дисертационния труд ще водят до предотвратяване на сериозното разпространение на болестта, чрез предимството на ранната диагностика на биологичната проба. Инсталациите са особено ефективни и информативни за изследване на мляко, мед и растителни масла.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

- 1.1 Vanya Plachkova, Chavdar Zemyarski, Petar Petrov, Marin Nenchev, Margarita Deneva Fluorescence Analysis of Sample of Sheep to Establish the Presence of Bacterium Pasteurella Multocida the Cause of Dangerous Disease in Large and Small Ruminants Engineering And Technology Journal Volume 1 issue 4 (2016) page 101-106
- 1.2 V. Plachkova, P. Petrov, Ch. Zemyarski, M. Nenchev, M. Deneva (2016) Applications of Mobile Optoelectronic Devices in Veterinary Medicine and Food Industry. In: Proceedings of the 3rd Bulgarian National Congress on Physical Sciences, Sofia, Bulgaria, Sep. 29 - Oct. 02, 2016, S01.03:1-10 [DVD: ISBN 978-954-580-364-2] Heron Press: Sofia
- 1.3 Vanya Plachkova Fluorescent Spectroscopy Applications in Veterinary Medicine and Healthcare Journal of the Technical University – Sofia Plovdiv branch, Bulgaria “Fundamental Sciences and Applications” Vol. 22, 2016 70- 74
- 1.4 Petar Petrov and Vanya Plachkova A fiber-optic module for broadband scattering measurements with rod lenses and CCD photodiode matrix in the visible region

World Journal of Engineering Research and Technology, 2016, Vol. 2, Issue 2, 89 - 97

1.5 V. Plachkova, C. Zemyarski, Kr. Nikolova, Marin Nenchev, Margarita Deneva and Petar Petrov Characterization of samples of healthy cows by means of Fluorescence spectroscopy International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 6, Issue 1, January 2016 54 ISSN 2250-3153

1.6 Vanya Plachkova, Plamen Balzhiev, Georgi Dyankov, Tinko Eftimov, Petar Petrov "Research of 16-channel fiber-optic (FO) system for measuring long period sensor networks(LPSN)" Bulgarian Chemical Communications, 2015, Volume 48

Използвана литература

1. A. Graslund, J. Widengren, R. Digler, A.W. Castleman, J.P. Toennies, K. Yamanouchi, W. Zinth Single "Molecule Spectroscopy in Chemistry", Physics and Biology, 2010, 34-96
2. Martin Hof, Rudolf Hutterer, V. Fidler "Fluorescence spectroscopy in Biology", 2005, 91-182
3. Renfu Lu "Light Scattering Technology for Food Property", Quality and Safety Assessment, 2016, 26-174
4. Adam Wax "Biomedical Applications of Light Scattering", 2010, 104-196
5. Jihad Rene Albani "Principles and Applications of Fluorescence Spectroscopy", 2007 103-186
6. T. Eftimov, Kr. Nikolova, V. Plachkova, I. Milkova-Tomova, M. Baeva, Optical "Methods for the Evaluation of the Quality of Thermally Processed Vegetable Oils with Added Natural Antioxidants", 2nd National Congress on Physical Sciences, 25 - 29 September 2013, Sofia, Section: Physics of Living and Soft Matter. Physics in Medicine, p. 1-8
7. Manijeh Razeghi "Technology of Quantum Devices", 2010, 238-266
8. Junhao Chu and Arden Sher "Device Physics of Narrow Gap Semiconductors", 2010, 428-486
9. Giovanni Ghione "Semiconductor Devices for High-Speed Optoelectronics", 2009, 255-285
10. John P Dakin Robert G W Brown "Handbook of Optoelectronics", 2006, 74-253
11. Fedor Mitchke, „Fiber Optics Physics and Technology", Heidelberg, Springer, 2010. 47-103
12. Jia-Ming Liu "Photonic devices", 2005, 144-218
13. Holler, F. James; Skoog, Douglas A. and Crouch, Stanley R. "Principles Of Instrumental Analysis". Cengage Learning, 2006, 124-149
14. Valeur, Bernard, Berberan-Santos, Mario Molecular "Fluorescence: Principles and Applications". Wiley-VCH, 2012, 13-19
15. Michael Bass, "Handbook of optics Volume II Devices, Measurements, and Properties", 1995, 152-311
16. Jeremy I and Sbhmo Nir "Modern Physics", 2000, 132-318
17. Edited by G. Gauglitz and T. Vo-Dinh "Handbook of Spectroscopy" 138 -147, 200318. Douglas S. Goodman Geometric optics, 2002, 320-343
18. Fang Gao, Shaolong Feng, Zhiwen Chen, Eunice C.Y. Li-Chan, Edward Grant, and Xiaonan Lu "Detection and Quantification of Chloramphenicol in Milk and Honey Using Molecularly Imprinted Polymers" Canadian Penny-Based SERS Nano-Biosensor Journal of Food Science, 2014, 42-49
19. Mar Fox "Optical Properties of Solids", 2001, 31-64
20. Kjell J. Gasvik "Optical Metrology Third Edition", 2002, 222-244
21. Katsunari Okamoto "Fundamentals and Applications of Optical Waveguides", 2006, 113-139
22. Gale MT „Diffraction optics and micro-optics production technology in Europe", OSA Trends in Optics and Photonics (TOPS), Diffraction Optics and Micro-Optics, OSA Technical Digest 2002;75:18-20.
23. Heinz Helmers, Markus Schellenberg "CMOS vs. CCD sensors in speckle interferometry", 2003, 587-595
24. Claus Klingshirn "Semiconductor Optics", 2005, 53-61
25. Anthony Krier "Mid-infrared Semiconductor Optoelectronics", 2006, 150-173
26. Horst Zimmermann "Integrated Silicon Optoelectronics", 2006, 42-54
27. Anna Grazia Mignani & Leonardo Ciaccheri & Heidi Ottevaere & Hugo Thienpont & Lanfranco Conte & Milena Marega & Angelo Cichelli & Cristina Attilio & Antonio Cimato "Visible and near-infrared absorption spectroscopy by an integrating sphere and optical fibers for quantifying and discriminating the adulteration of extra virgin olive oil from Tuscany", Anal Bioanal Chem 399 (3), 2010 1315-1324

28. Carlos A. Risco, D.V.M., Carlos A. Risco, D.V.M., Dipl. ACT Dipl. ACT "Dairy Production Medicine" 2011, 123-192
29. W. S. Bickel, J. F. Davidson, D. R. Huffman, and R. Kilson "Application of polarization effects in light scattering: A new biophysical tool" Biophysics Vol. 73, No. 2, pp., 1976, 486-490
30. <http://www.cbc.ca/radio/thecurrent/the-current-for-april-5-2016-1.3521055/cows-that-milk-themselves-farmers-turn-to-high-tech-for-help-1.3521084>
31. James K. Drackley, Heather M. Dann, G. Neil Douglas, Nicole A. Janovick Guretzky, Noah B. Litherland, John P. Underwood¹, Juan J. Llorca Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders ITAL.J.ANIM.SCI. VOL. 4, 2005, 323-344
32. Michael R. Bedford and Gary G. Partridge "Enzymes in Farm" Animal Nutrition 2001, 140-295
33. By J. R. Egerton, Weng K. Yong, George G. Riffkin Footrot and Foot Abscess of Ruminants, 1989, 97-115
34. Nienke Bosschaart & Gerda J. Edelman & Maurice C. G. Aalders & Ton G. van Leeuwen & Dirk J. Faber "A literature review and novel theoretical approach on the optical properties of whole blood" Lasers Med Sci Vol 29, 2014, 453-479
35. McMurdy J, Jay G, Suner S, Crawford G "Photonics-based in vivo total hemoglobin monitoring and clinical relevance", J Biophotonics 5, 2009, 277-287
36. Horecker BL "The absorption spectra of hemoglobin and its derivatives in the visible and near infra-red regions" J Biol Chem 148, 1943, 173-183
37. Finlay JC, Foster TH "Effect of pigment packaging on diffuse reflection spectroscopy of samples containing red blood cells" Opt Lett Vol 29, 2004, 965-967
38. Faber DJ, Aalders MCG, Mik EG, Hooper BA, van Gemert MJC, van Leeuwen TG "Oxygen saturation-dependent absorption and scattering of blood" Phys Rev Lett Vol 2, 2004, 93-102
39. John M. Steinke and A. P. Shepherd "Comparison of Mie theory and the light scattering of red blood cells", Vol. 27, Issue 19, 1988, 4027-4033 1988
40. J. Rutllant,¹ M. López-Béjar,¹ P. Santolaria,² J. Yáñez² and F. López-Gatius "Rheological and ultrastructural properties of bovine vaginal fluid obtained at oestrus" J. Anat. 201, 2002, 53-60
41. W.D.G. Yates A Review of Infectious Bovine Rhinotracheitis, "Shipping Fever Pneumonia and Viral-Bacterial Synergism in Respiratory Disease of Cattle" Can. J. comp. Med. 46, 1982, 225-263
42. J. R. Castrejón-Pita, J. A. del Río, A. A. Castrejón-Pita, and G. Huelasz "Experimental Observation of Dramatic Differences in the Dynamic Response of Newtonian and Maxwellian Fluids" Phys. Rev. E 68, 2003, 56-61
43. J. Galvan-Miyoshi, J. Delgado and R. Castillo „Diffusing wave spectroscopy in Maxwellian fluids“ Eur. Phys. J. E 26, 2008, 369-377
44. Angelo Pommella, Valentina Preziosi, Sergio Caserta, Jonathan M. Cooper, Stefano Guido, and Manlio Tassieri „Using Optical Tweezers for the Characterization of Polyelectrolyte Solutions with Very Low Viscoelasticity“ American Chemical Society, 2013, 29, 9224-9230
45. Y. I. Kh. AL-Tuffly M. I. Shekhan „Clinical and Bacteriological Study of Subcutaneous abscesses caused by gram positive bacteria in cow and sheep in Al-Qadisiya province“ AL-Qadisiya Journal of Vet.Med.Sci. Vol. 11, 2012, 80-85
46. Ocean Optics „Catalog of products „, 2015 , 160-174
47. Hamamatsu „Catalog of products „, 2015 , 86-137
48. Иван Борисов Матев, Диана Йончева Ганева, Добромир Георгиев Ганев „Екология, 2004, 50-74
49. Иванка Бръчкова, д-р Милена Генчева, д-р „Справочник за хуманно отношение към селскостопанските животни“, 2003, 32-104
50. Paola De Luca, Maria Lepore, Marianna Portaccio, Rosario Esposito, Sergio Rossi, Umberto Bencivenga and Damiano Gustavo Mita, „Glucose determination by means of steady-state and time-course UV fluorescence in free or immobilized“ Glucose Oxidase Sensors, Vol 7, 2007, 612-625
51. Lewis R. Dartnell , Tom A. Roberts, Ginny Moore, John M. Ward, Jan-Peter Mülle "Fluorescence Characterization of Clinically-Important Bacteria" Plos One September 2013, 1-13
52. Dimitrios Boskou "Olive Oil – Constituents, Quality, Health Properties and Bioconversions, 2013, 63-88
53. Lea Lenhardt Ivana Zekovića Tatjana Dramićanina Miroslav D. Dramićanina, Rasmus Brob "Determination of the Botanical Origin of Honey by Front-Face Synchronous Fluorescence Spectroscopy" Appl Spectrosc, vol. 68 no. 5, 2014 557-563
54. Naoya Kishikawaa, Mitsuhiro Wadaa, Naotaka Kurodaa, Syuzo Akiyamab, Kenichiro Nakashima "Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in milk samples by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection" Journal of Chromatography B, 789, 2003, 257-264

55. Cristina Delgado-Andrade a, Joser A. Rufiarn-Henares b, Salvio Jimernez-Perrez c, Francisco J. Morales “Tryptophan determination in milk-based ingredients and dried sport supplements by liquid chromatography with fluorescence detection” Food Chemistry 98, 2006, 580–585
56. John L. Mckillp and Maryanne Drake “Molecular Beacon Polymerase Chain Reaction Detection of Escherichia coli O157:H7 in Milk” Journal of Food Protection, Vol. 63, No. 7, 2000, 855–859
57. Faten Ammari, Lamia Redjda, Douglas N. Rutledge “Detection of orange juice frauds using front-face fluorescence spectroscopy and Independent Components” Analysis Food Chemistry Volume 168, 2015, 211–217
58. Jorge E. Lozano , “Engineering Properties, and Deteriorative Reactions of Technological Importance”, Fruit Manufacturing: Scientific Basis, 2006 103-129
59. Ангел Кожев “Млечни продукти - домашно и фермерско производство” 2012, 23 – 109
60. Ангел Кожев, Светломир Кожев “Овче, козе и биволско мляко и продукти от тях”, 2009 10-93
61. E. Miquel Becker, J. Christensen , C.S. Frederiksen, V.K. “Haugaard Front-Face Fluorescence Spectroscopy and Chemometrics in Analysis of Yogurt” Rapid Analysis of Riboflavin Journal of Dairy Science Volume 86, Issue 8, 2003, 508–515
62. Livia DarnayEmail, Adél Len, Ágota Koncz, László Friedrich, László Rosta “Small angle neutron scattering study of nanostructural changes in microbial transglutaminase-treated low-fat yogurt during fermentation” Food Science and Biotechnology, 2015, Volume 24, Issue 6, 125–128
63. By Jonathan Cohen, William G Powderly, Steven M. Opal “Infectious Diseases”, 2010, 384-460
64. Galina A. Kafidova, Evgenii T. Aksenov, Victor M. Petrov “Measurement of glucose concentration in turbid media by the polarization state of backscattered laser light” Proc. SPIE 8803, Medical Laser Applications and Laser-Tissue Interactions VI, 2013, paper 880306
65. I. Bodurov1, I. Vlaeva, M. Marudova, T. Yovcheva, K. Nikolova, T. Eftimov, V. Plachkova “Detection of adulteration in olive oils using optical and thermal methods” Bulgarian Chemical Communications, Volume 45, Special Issue B, 2013, 81-85
66. K. Nikolova, M. Perifanova-Nemska1, G. Uzunova1, T. Eftimov, G. Antova, A. Aladjadjian, V. Plachkova, W. Bock “Physico-chemical properties of sunflower oil enriched with w-3 fatty acids” Bulgarian Chemical Communications, Volume 46, Number 3, 2014, 473 – 478
67. Frederick L. Gates “A Study of the Bactericidal action of ultra violet light” The Journal of General Physiology, 1930, 31-42
68. G. Mie, “Beitrage zur Optik trüber Medien, speziell kolloidaler Metallösungen,” Ann. Physik 330, 1908, 377–445
69. René Michels, Florian Foschum, and Alwin Kienle “Optical properties of fat emulsions” OPTICS EXPRESS Vol. 16, 2008, 5907-5924
70. Phakawat Tongnuanchan and Sootawat Benjakul “Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation” Journal of Food Science Vol. 79, Nr. 7, 2014 , 1231-1249
71. G. Zaccanti, S. Bianco, and F. Martelli, “Measurements of optical properties of high-density media,” Appl. Opt. 42, 2003, 4023–4030
72. R. Pope and E. Fry, “Absorption spectrum (380-700 nm) of pure water. II Integrating cavity measurements,” Appl. Opt. 36, 1997, 8710–8723
73. „Microbiological Risk Assessment of Raw Cow Milk, food standards australia new Zealand“, 2009, 7- 49
74. Joseph C. Palais „Fiber coupling using graded-index rod lenses,, Applied Optics ,Vol. 19, Issue 12, 1980, 2011-2018
75. Weitz, D. A., and Pine, D. J., “Dynamic Light Scattering” Physica Scripta, 1993, 273-280
76. M. Alexander, L. F. Rojas-Ochoa, M. Leser, and P. Schurtenberger “Structure, Dynamics, and Optical Properties of Concentrated Milk Suspensions: An Analogy to Hard-Sphere Liquids“ Journal of Colloid and Interface Science 253, 2002, 35–46
77. Maret, G., and Wolf, P. E. „Multiple Light Scattering from Disordered Media. The Effect of Brownian Motion of Scatterers“ Z. Phys. B - Condensed Matter 65, 1987, 409-413
78. Carine Oliveira dos Santos, Eliete da Silva Bispo, Ligia Regina Radomille de Santana, Rosemary Duarte Sales de Carvalho „Use of "cocoa honey" (*Theobroma cacao* L) for diet jelly preparation: an alternative technology“ Revista Brasileira de Fruticultura vol.36 no.3, 2014, 640-648
79. Mykola H. Haydak „Honey Bee“ Nutrition Annual Review of Entomology Vol. 15: ,1970, 143-156
80. YÅ A. Mørch, Ivan Donati, Berit L. Strand, and Gudmund Skja k-Braek „Effect of Ca²⁺, Ba²⁺, and Sr²⁺ on Alginate Microbeads“ American Chemical Society, 2006, 1471-1480
81. Arne Mikkelsen and Arnljot Elgsaeter „Density distribution of calcium-induced alginate gels“ A numerical study Biopolymers Volume 36, Issue 1, 1995 , 17–41

82. Yasuyuki Maki, Kei Ito, Natsuki Hosoya, Chikayoshi Yoneyama, Kazuya Furusawa, Takao Yamamoto, Toshiaki Dobashi, Yasunobu Sugimoto, and Katsuzo Wakabayashi „Anisotropic Structure of Calcium-Induced Alginate Gels by Optical and Small-Angle X-ray Scattering Measurements“ *Biomacromolecules*, 2011, 2145–2152
83. M. Gawronski, H. Conrad, T. Springer and K.-P. Stahmann “Conformational Changes of the Polysaccharide Cinerean in Different Solvents from Scattering Methods“ *Macromolecules*, Vol, 29, 1996, 7820–7825
84. Tuchin, V. “*Light Scattering Methods and Instruments for Medical Diagnosis*”, Tissue Optics SPIE Press, Bellingham, WA, USA, 2000 18-67
85. Jianwei Qin, Renfu Lu “Measurement of the optical properties of fruits and vegetables using spatially resolved hyperspectral diffuse reflectance imaging technique” *Postharvest Biology and Technology* 49, 2008, 355–365
86. Farrell, T.J., Patterson, M.S., Wilson, B., “A diffusion-theory model of spatially resolved steady-state diffuse reflectance for the noninvasive determination of tissue optical-properties in vivo” *Med. Phys.* 19, 1992, 879–888.
87. Wilson, B.C., Jacques, S.L., “Optical reflectance and transmittance of tissues: principles and application” *IEEE J. Quant. Electron.* 26, 1990, 2186–2199.
88. D.S. Thompson “Extensimetric determination of the rheological properties of the epidermis of growing tomato fruit” *Journal of Experimental Botany* Volume 52, Issue 359, 2001, 1291-1301
89. I. L. Fabelinskii „*Molecular Scattering of Light*“, 1968, 6 -59
90. Charles B. Boss and Kenneth J. Fredeen „*Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*“, 1997, 24 - 89
91. Nikolai V. Tkachenko „*Optical Spectroscopy: Methods and Instrumentations*“, 2006, 15 – 76
92. Franz Schwabi „*Quantum Mechanics The Zeeman Effect and the Stark Effect*“, 2007 259-269
93. National Research Council (U.S.). Committee on Line Spectra of the Elements Research in Optical Spectroscopy: Present Status and Prospects; a Report 1968
94. Hart SJ, Ji Ji RD „Light emitting diode excitation emission matrix fluorescence spectroscopy“. *Analyst* 127, 2002, 1643–1699.
95. Bhatta H, Goldys EM, Learmonth RP. „Use of fluorescence spectroscopy to differentiate yeast and bacterial cells“. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2006, 121–126
96. Aamir Shahzad, Gottfried Köhler, Martin Knapp, Erwin Gaubitzer, Martin Puchinger, and Michael Edetsberger „Emerging applications of fluorescence spectroscopy in medical microbiology field“, *Journal of Translational medicine*, 2009, 106-123
97. E.R. Pike, J.B. Abbiss „*Light Scattering and Photon Correlation Spectroscopy*“, 1996 , 97- 169
98. Young L. Kim, Yang Liu, Ramesh K. Wali, Hemant K. Roy, Michael J. Goldberg, Alexey K. Kromin, Kun Chen, and Vadim Backman Simultaneous Measurement of Angular and Spectral Properties of Light Scattering for Characterization of Tissue Microarchitecture and Its Alteration in Early Precancer *IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS*, VOL. 9, NO. 2, 2003, 1620-1629
99. R. S. Cotran, S. L. Robbins, and V. Kumar, „*Robbins Pathological Basis of Disease*“. Philadelphia, PA: W. B. Saunders, 1994, 51-93
100. Vadim Backman, Rajan Gurjar, Kamran Badizadegan, Irving Itzkan, Ramachandra R. Dasari, Lev T. Perelman, and Michael S. Feld „Polarized Light Scattering Spectroscopy for Quantitative Measurement of Epithelial Cellular Structures“ *IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS*, VOL. 5, NO. 4, 1999, 1019-1026
101. Burt V. Bronk, Stephen D. Druger, Jozsef Czege, and Willem P. Van De Merwe „Measuring Diameters of Rod-Shaped Bacteria in Vivo with Polarized Light Scattering“ *Biophysical Journal* Volume 69, 1995, 1170-1177
102. Valery V. Tuchin, Lihong Wang, Dmitry A. Zimnyakov „*Optical Polarization in Biomedical Applications*“, 2006, 97-203
103. Grace R. Carter, John R. Cole, Jr. „*Diagnostic Procedure in Veterinary Bacteriology and Mycology*“, 1990, 133- 314
104. Leo M. L. Nollet, Fidel Toldr „*Advances in Food Diagnostics*“, 2007, 49-194
105. F. Lavillonnière, J.C. Martin, P. Bognoux, and J.-L. Sébédio „Analysis of Conjugated Linoleic Acid Isomers and Content in French Cheeses“ *JAOCS*, Vol. 75, no. 3, 1998, 343-352
106. R. Tsenkova, S. Atanasova, K. Toyoda, Y. Ozaki, K. Iton, and T. Fearn “Near-Infrared Spectroscopy for Dairy Management” *Measurement of Unhomogenized Milk Composition* 1999 *J Dairy Sci* 82, 1999, 2344–235

107. Rana Cheikhousman, Manuela Zude, Delphine Jouan-Rimbaud Bouveresse, Claude L. Leger, Douglas N. Rutledge, Ines Birlouez-Aragon "Fluorescence spectroscopy for monitoring deterioration of extra virgin olive oil during heating" *Anal Bioanal Chem* ,2005, 1438–1443
108. Luciano Bachmann "Fluorescence Spectroscopy of Biological Tissues", *A Review Applied Spectroscopy Reviews*, 2006, 575–590
109. Steinkamp JA. "Flow cytometry. Review of Scientific Instruments", 1984; 374-400
110. Ormerod MG. Flowcytometry. "A practical approach", IRL Press, Oxford, New York, Tokyo, 1994,1-10.
111. Shapiro HM. "Multistation multiparameter flow cytometry: a critical review and rationale", *Cytometry* 1983, 227-243.
112. Riley R and E Mahin "Clinical Application of Flowcytometry" *ASC P National meeting*, San Francisco, 1990, 1-23.
113. Van Dilla MA and Mendelsohn ML. "Introduction and resume of flow cytometry and sorting. In: *Flow Cytometry and sorting*" New York, John Wiley & Sons, 1979,11-37.
114. Feng-Kuo Hsu and Chih-Wei Lai "Angle-Resolved Spectroscopy of Parametric Fluorescence" *Optics Express*, Vol. 21, Issue 15, 2013, 538-552
115. <http://www.ruhr-uni-bochum.de/materials/luminet/html/expov.html>
116. Stephen P. Morgan, Felicity R. Rose, Stephen and J. Matcher "Optical Techniques in Regenerative Medicine", 201,1 121-234
117. N. Shokoufi F. Shemirani, Y. Assadi "Fiber optic-linear array detection spectrophotometry in combination with dispersive liquid–liquid microextraction for simultaneous preconcentration and determination of palladium and cobalt" *Analytica Chimica Acta* 597, 2007, 349–356
118. Wolfrang Singer, Michael Totzeck, Herbert Gross "Handbook of Optical Systems" 2005, 507-582
119. Peter Gouras Ralph D. Gunkel "The frequency response of normal, rod achromat and nyctalope ERGs to sinusoidal monochromatic light stimulation" *Documenta Ophthalmologica* January Volume 18, Issue 1, 1964 137–150
120. Gottfried Krapfenbauer , Mathias Kinner , Manfred Gössinger , Regine Schönlechner , and Emmerich Berghofer "Effect of Thermal Treatment on the Quality of Cloudy Apple Juice" *J. Agric. Food Chem*, Vol54., 2006, 5453–5460
121. V. Plachkova, C. Zemyarski, Kr. Nikolova, Marin Nenchev, Margarita Deneva and Petar Petrov "Characterization of samples of healthy cows by means of Fluorescence spectroscopy" *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 6, Issue 1, January 2016, 54-57
122. Sanjeev Kumar Narayanan, George C. Stewart, M. M. Chengappa, Lloyd Willard, Wilma Shuman, Melinda Wilkerson, and T. G. Nagaraja "Fusobacterium necrophorum Leukotoxin Induces Activation and Apoptosis of Bovine Leukocytes" *NFECTION AND IMMUNITY*, 2002, 4609–4620
123. Giampiero Pietrocola, Viviana Valtulina, Simonetta Rindi, B. Helen Jost and Pietro Speziale "Functional and structural properties of CbpA, collagen-binding protein from *Arcanobacterium pyogenes*" *Microbiology* 153 , 2007,3380–3389
124. Thomas R. DeCory, Richard A. Durst,1 Scott J. Zimmerman, Linda A. Garringer, Gary Paluca, Heleen H. DeCory, and Richard A. Montagna "Development of an Immunomagnetic Bead-Immunoliposome Fluorescence Assay for Rapid Detection of *Escherichia coli* O157:H7 in Aqueous Samples and Comparison of the Assay with a Standard Microbiological Method" *Allied and envimomrntal microbiology*, Apr. Vol. 71, No. 4 p. , 2005 1856–1864
125. Nora E. Sobero' n, Virginia S. Lioy, Florencia Pratto, Andrea Volante and Juan C. Alonso "Molecular anatomy of the *Streptococcus pyogenes* pSM19035 partition and segrosome complexes", Vol. 39, No. 7, *Nucleic Acids Research*, 2011, 2624–2637
126. Dhammika N. Atapattu, Nicole A. Aulik, Darrell R. McCaslin, and Charles J. Czuprynski, "Brief heat treatment increases cytotoxicity of *Mannheimia haemolytica* leukotoxin in an LFA-1 independent manner" *Microb Pathog.* March ; 46(3): , 2009, 159–165
127. Michael R. Baldwin, Jeremy H. Lakey and Alistair J. Lax "Identification and characterization of the *Pasteurella Multocida* toxin translocation domain" *Molecular Microbiology* 54 (1), 2004, 239–250
128. David N. Palmer, DavRid. Husbands, PeteJr. Winter, JohnW . Blunts, and R obert D.J olly "Ceroid Lipofuscinosis in Sheep" *The American Society of Biological Chemists, Inc.* Vol. 261, No. 4, Issue of February 5, 1986, 1166-1772.
129. Warren Groner, James W. Winkelman, Anthony G. Harris, Can Ince, Gerrit J. Bouman, Konrad Messmer & Richard G. Nadeau "Orthogonal polarization spectral imaging: A new method for study of the microcirculation" *Nature Medicine*, Vol 5, 1999, 386-391
130. Anat Lipovsky, Yeshayahu Nitzan, Harry Friedmann2 and Rachel Lubart "Sensitivity of *Staphylococcus aureus* Strains to Broadband Visible Light" *Photochemistry and Photobiology*, Vol 85, 2009, 255–260

131. Guffey, J. S. and J. Wilborn “ In vitro bactericidal effects of 405-nm and 470-nm blue light” *Photomed. Laser Surg.* 24, 2006, 684–688.
132. Hendrik Christoffel Hulst, H. C. van de Hulst “Light Scattering by Small Particles” ,1957, 377-455
133. Vladimir M. Turzhitsky, Andrew J. Gomes, Young L. Kim, Yang Liu, Alexey Kromine, Jeremy D. Rogers¹, Mohammed Jameel², Hemant K. Roy, and Vadim Backman “Measuring Mucosal Blood Supply *in vivo* with a Polarization Gating Probe “*Appl Opt.* Vol 47, 2008, 6046–6057.
134. M. E. J. Friese, T. A. Nieminen, N. R. Heckenberg, and H. Rubinsztein-Dunlop “Optical alignment and spinning of laser-trapped microscopic particles” *Nature* 394, 1998, 348–350
135. Beth, R. A. “Mechanical detection and measurement of the angular momentum of light.” *Phys. Rev.* 50, 1936, 115–125
136. Andreas H. Hielscher, Judith R. Mourant, and Irving J. Bigio “Influence of particle size and concentration on the diffuse backscattering of polarized light from tissue phantoms and biological cell suspensions” *Applied Optics*, Volume 36, Issue 1, 1997, 125-137
137. A. Bifone, Y.-Q. Song, R. Seydoux, R. E. Taylor, B. M. Goodson, T. Pietrass, T. F. Budinger, G. Navon, and A. Pines “NMR of laser-polarized xenon in human blood” *Biophysics USA* Vol 93 , 1996, 12932-12936
138. Julius MH, Sweet RG, Fatham CG. “Fluorescence-activated cell sorting and its applications. In: *Mammalian Cells: Probes and Problems*, ERDA Symposium Series CONF-731007” Technical Information Center, Oak Ridge, Tenn., 1975 107-123
139. Benson MC, McDougal DC, Coffey DS “The applications of perpendicular and forward light scatter to assess nuclear and cellular morphology”. *Cytometry*, 1984 5515-522
140. Salzman W, Growell JM, Martin JC “Cell classification by laser light scattering” *Identification and separation of unstained leukocytes*” *Acta Cytol (Baltimore)*, 1975 193,74-377
141. Visser JW, Van den Engh GJ, van Bekkum DW „Light scattering properties of murine hematopoietic cells“ *Blood Cells* 6, 1980, 391-407

SUMMARY

The dissertation describes the development and testing of quantum and optoelectronic installations in the fields of veterinary medicine and the food industry. The subject is particularly relevant on the one hand, related to human health and food and after the accession of Bulgaria to the European Union, where special attention is paying and grants to support the needs of organic farming and ecological production in the food industry. The main aim of the dissertation is to link the scientific activity with specific current needs to certain general problems of the practice in Bulgaria - in particular, to apply engineering laser and optoelectronic systems and methods of characterization of food products and to the needs of veterinary science.

On the basis of specialized engineering knowledge in lasers and optoelectronics and system engineering approach, as well as necessary knowledge in the laser spectro-analyzer, the biology, and chemistry in the dissertation are represented by the design, detailization, creation, and application of the practical application of laser-optoelectronic engineering installations. Described is the algorithm for construe a mobile fluorescence analyzer, a mobile fiber optic polarization analyzer, and a mobile broadband fiber optic system with headlamps. A scientifically applied opinion on selecting the quantum and optoelectronic components, which are including construe the dissertation installations, is presenting. Laboratory analyses of the installations that are the subject of the dissertation are detailing. The way of constructing and analyzing methods uses techniques from modern engineering techniques. A crucial point in the dissertation thesis is the possibility of mobility of the installations. They are constructing from components that are leading in building products from modern quantum and optoelectronics. For this reason, the installations described in the dissertation work carry out the analyzes with very high accuracy and precision. In design, the optoelectronic components that make up the installations are of small associated with the required mobility of the installations. In addition, the innovative hardware design allows them to be managed via a portable computer. Their application in field conditions provides higher precision and accuracy of analyzes since transport of samples is not necessary. Introduce quantum and optoelectronic installations in the industry

are envisaging as an innovative application in the field of analyzes of biological objects in the field of veterinary medicine and the food industry. Developments are basing on light diagnostics, which greatly facilitates and speeds up rules for practical analysis. Biological samples react specifically according to their cell-morphological and bacterial composition, allowing their analysis. On the one hand, the light response analysis provides a fast and low-cost to the research, but on the other requires efficient and high-tech equipment. Establish such equipment, installations, and methodologies at the stage is an up-to-date scientific-engineering and scientific-applied task. Mix complex tasks of the type considered are also the main subject of the dissertation. After a focused examination of the basic principles, developed laser-optoelectronic systems for their research are presenting based on a fluorescence analysis of polarization light analysis and light-wave scattering. The installations are developing by a systematic engineering approach of composite blocks and author's solutions of an apparatus part. Besides the scientific publishing activity (6 dissertations from the dissertation) there is a real applied activity of the established installations in the study of bacterial problems in farms and food products.