

# РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор“

**Автор на дисертационния труд:** маг. инж. Вероника Иванова Атанасова-Георгиева

**Тема на дисертационния труд:** „Лапароскопски изпълнителни инструменти към роботи“

**Професионално направление:** 5.1 “Машинно инженерство”

**Научна специалност:** „Роботи и Манипулятори“

**Рецензент:** проф. д-р Таньо Колев Танев, Институт по роботика –БАН

## 1. Общо описание на дисертационния труд

Дисертационният труд е с общ обем от 136 страници и е оформлен в 5 глави, увод, заключение, библиография от 104 използвани литературни източника (включващи и интернет адреси), приноси, списък на публикациите по дисертационния труд (7 публикации по темата на дисертационния труд).

## 2. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно приложно отношение

Дисертационният труд е посветен на актуален научен и приложен проблем, свързан с разработването на устройства и инструменти, които да се прилагат при лапароскопски операции и манипулации. Много изследователски центрове, както и фирми изследват и разработват роботи и роботизирани комплекси, а също така и инструменти за лапароскопски манипулации. В края на 20 век започва интензивни научни изследвания и разработване на медицински роботи не само за лапароскопски операции, но и за широк спектър на медицински интервенции. Разработени са и се използват комерсиални медицински роботизирани системи, много изследвания се провеждат, налични са и много публикации в тази област, но у нас все още са рядкост. Тези факти определят актуалността на изследването в дисертационния труд в научно и научно-приложно отношение.

### **3. Степен на познаване на състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал**

В дисертационния труд са посочени 104 използвани литературни източници, от които 26 са интернет адреси. Използваните източници са предимно на латиница и преобладават източниците, публикувани след 2004 г. Заглавията на кирилица и тези на латиница са посочени смесено в общ списък. По същество те са свързани с темата на дисертацията.

В обзорния анализ (глава 1) са представени особености при мини-инвазивната хирургия, лапароскопски инструменти, мини-инвазивна роботизирана хирургия, начини за добавяне на осезание при използване на лапароскопски инструменти.

Направен е обзор на инструменти използвани в конвенционалната и роботизирана лапароскопия, описани са и някои съществуващи роботизирани системи, предназначени за медицински интервенции, като преди всичко са застъпени комерсиалните роботи *da Vinci* и *ZEUS*. Също така са описани и комерсиални инструменти, използвани при работа от роботизираната система *da Vinci*. Проучен е световният опит при създаване на роботизирани системи за хирургията с минимална инвазия и са систематизирани актуалните проблеми в тази област.

Представената библиографска справка, както и анализът на използваната литература и изводите показват, че докторантът добре познава проблема и използваните методи и техники, свързани с темата на дисертацията и интерпретира правилно достиженията в тази област.

### **4. Съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи с постигнатите приноси**

Изведените изводи от обзора са систематизирани и на тази основа са посочени основната цел и задачите на дисертационния труд в края на глава 1-ва. Изследваните и предложени структури на механизми, подходящи за манипулиращи инструменти в лапароскопската хирургия, както и проектираните лапароскопски инструменти, разработването на конкретно устройство с вграден сензор и проведените експерименти показват, че авторът е изbral и приложил подходяща методика за изследване съгласно поставените цел и задачи на дисертационния труд.

### **5. Характеристика и оценка на дисертационния труд**

В глава 1 са анализирани литературни източници, коментират се техники използвани в мини-инвазивната хирургия и по-специално в лапароскопската хирургия. Разгледани са инструментите за изпълнение на интервенцията и тяхната конструкция. Очертани са предимствата и недостатъците на хирургията с минимална инвазия. Направен е обзорен анализ на роботизирани системи с приложение при хирургията с минимална инвазия. Обширно са разгледани съществуващите комерсиални роботизирани системи, а разработки на научни колективи са споменати накратко. Посочени са начини за разполагане на сензори

в лапароскопски инструменти и методи за измерване на сили на взаимодействие между инструмент и орган.

От анализа са изведени изводи за актуални проблеми при разработване на изпълнителни и спомагателни инструменти, като е формулирана и целта на дисертационния труд. Във връзка с тази цел са записани 5 основни задачи, които считам че са реалистични и тяхното реализиране води до реално постигане на целта.

В глава 2 са изследвани редица кинематични схеми на механизми, които са подходящи за хващане и манипулиране на обекти при лапароскопска хирургия. Представени са редица решения за структурни и кинематични схеми, подходящи за лапароскопски инструмент. Синтезирани са структурни схеми на база на взаимното разположение на осите на кинематичните двоици. Предложени са и конструктивни решения на две избрани схеми.

Глава 3-та е посветена на проектирането на лапароскопски инструменти като са предложени конструктивни решения на два конкретни лапароскопски инструменти. Първият инструмент е базиран на схема предложена в предната глава с и е нишково задвижване. Изведени са основни кинематични зависимости и е показана работната зона на инструмента. Вторият проектиран инструмент е с еластични изпълнителни звена и е предназначен за манипулиране на обекти с неправилна геометрична форма.

В глава 4 подробно е описан разработеният модел на устройство с вградени сензори за провеждане на експерименти за тактилен контакт. Описана е неговата конструкция, принципът му на работа и е разгледана безжична система за управление на инструмента и свързаните с нея модули - предусилвателен блок, управляващ блок, драйверен блок, захранващ блок.

Глава 5 е посветена на описание на софтуер за провеждане на експериментални изследвания с използване на разработения модел в глава 4. Проведени са експерименти.

Считам, че представените резултати са достоверни и полезни при разработване на инструменти, както за конвенционалната лапароскопска хирургия, така и за роботизирана интервенция.

## **6. Научни и/или научно-приложни приноси на дисертационния труд**

Формулирани са 4 научно-приложни приноси и 2 приложни. Приемам тези приноси като реално постигнати в дисертационния труд. Обобщено научно-приложните приноси се свеждат до: разработен и изследван е модел на лапароскопски инструмент с RRR структура и на такъв с гъвкави изпълнителни звена; проектиран и изработен е лабораторен модел на устройство за провеждане на експериментални изследвания с вградени сензори; разработени са хардуерни и софтуерни компоненти за лабораторния модел с цел провеждане на експерименти. Приложните приноси се обобщават като: системно изследване на кинематични схеми подходящи за лапароскопски изпълнителни инструменти, което облекчава избора на инженерно решение при разработка на нови инструменти; проведени са надеждни експериментални изследвания чрез използване на изработения лабораторен модел на устройството, съвместно с разработения хардуер и софтуер.

Посочените научно-приложни и приложни приноси могат да се определят като създаване на нови класификации, конструкции, технологии, получаване на потвърдителни факти и обогатяване на съществуващите знания с практическо приложение. Постигнатите научно-приложни и приложни приноси са полезни и имат практическо приложение. Те показват, че докторантът може да извършва изследователска дейност и да прилага резултатите в конкретни практически разработки.

## **7. Преценка на публикациите по дисертационния труд и съответствие с минималните национални изисквания**

Резултати от дисертационния труд са отразени в 7 публикации. Две от статиите са самостоятелни, а 5 в съавторство. В сборници от конференции са публикувани 5 труда, а 2 от публикациите са в списания. Не открих информация в SCOPUS и Web of Science за тези публикации. Приемам, че всички седем публикации са от типа научна публикация в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни томове.

Тези публикации показват, че резултатите от дисертацията са докладвани на широк кръг от научната общност и удовлетворяват изискванията по защита на докторска дисертация.

Според Правилника за прилагане на ЗРАС и съответния правилник на БАН за получаване на ОНС „Доктор“ за област 5. Технически науки по професионално направление: 5.1 “Машинно инженерство” се изисква минимум от 30 точки за група Г. Докторантът покрива тези минимални изисквания чрез публикациите по дисертацията.

## **8. Автореферат**

Авторефератът е с обем от 26 страници, като всяка глава от дисертацията е представена накратко и коректно. Представени са основните приноси на дисертационния труд. В края е приложено и кратко резюме на английски език.

## **9. Критични бележки и препоръки**

Не открих съществени грешки в дисертационния труд и нямам съществени критични забележки. Въпреки това, може да се отбележат следните критични бележки:

- В глава 3 се посочва, че е направена оптимизация на геометрията на инструмента и се използва качествен параметър, но описание на оптимизацията и резултатите, както и информация за използвания качествен показател не са представени в дисертацията.
- Дисертационният труд би спечелил, ако формулатите от глава 3 се подкрепят с числени данни, тъй като е разработен конкретен инструмент с определени размери и параметри, за които могат да се приложат тези формули и резултатите да се представят в текста.

- Възможно било да се обясни по-добре как са провеждани експериментите – ръкохватката на инструмента и образецът неподвижни ли са? какво означава „начална стойност на силата“ или „уредът е настроен: 0.98 N“? и др.
- Трябва да се прави разлика между мерните единици за сила и маса и да се използват по-прецизно в глава 5.
- Добре би било да се интерпретират получените експериментални резултати, а не само да се регистрират. Например да се обясни значението на „минимална/ максимална сила“ и „амплитуда“, кога се установява контакт и др.
- Качеството на Фиг.4.6 не е добро – не е възможно да се прочете.
- Библиографските данни за използваната литература трябва да се изготвят прецизно и коректно, и да са унифицирани. Например: в библиографията не всички посочени интернет адреси са актуални; съществуват статии без автор и заглавие, а е посочено само списанието (Биб. [83]).

Направените забележки не омаловажават качествата на получените резултати, а по-скоро са препоръки за следващи публикации на докторанта.

Бих препоръчал за бъдещата научна дейност на маг. инж. Вероника Иванова Атанасова-Георгиева повече самостоятелни и значими научни резултати да се публикуват вrenomирани международни списания с цел да се постигне по-широка популяризация сред международната научна общност.

## 10. Заключение

Темата на дисертационния труд е актуална. Докторантът показва задълбочено познаване на тематиката по дисертацията и постиженията на водещи фирми и научни колективи в световен мащаб, което е ясно от представения литературен обзор. Получени са научно-приложни и приложни приноси при работата по дисертационния труд. В заключение, считам че са изпълнени изискванията на ЗРАСР, Правилника за неговото прилагане и Правилника на БАН и **оценявам положително** този дисертационен труд, което ми дава основание да предложа маг. инж. Вероника Иванова Атанасова-Георгиева да получи образователната и научна степен „ДОКТОР“ по научната специалност „Работи и Манипулатори“, Научно направление 5.1 „Машинно инженерство“.

14.05.2020 г.

Рецензент:

/ проф. д-р Таньо Танев/