

# СТАНОВИЩЕ

за дисертационен труд  
за придобиване на научната степен "Доктор на науките" в

област на висше образование – 5 „Технически науки”  
професионално направление – 5.1 „Машинно инженерство”  
специалност – „Метрология и метрологично осигуряване”

Автор: *доц. д-р инж. Димитър Андонов Дичев*

Тема: *„Модели и методи за анализ на динамичната точност на системи за измерване на параметри на движещи се обекти”*

Член на научното жури: *проф. д-р инж. Младен Стоилов Милушев – ТУ София*

## Общо описание на дисертационния труд

Дисертационният труд е структуриран в 8 глави и въведение с общ обем от 291 страници, и 149 фигури, и 11 таблици. Към дисертационната работа са представени 14 приложения в общ обем от 94 страници. Изследванията по работата са извършени в лаборатория "Метрология и метрологично осигуряване" към катедра "Машиностроене и уредостроене" на Технически университет – Габрово.

## Тема и актуалност на дисертационния труд

В научно отношение актуалността на изследванията на автора са насочени към разработването на теоретични основи на измерванията в динамичен режим на параметри на движещи се обекти, в конкретния случай кораби, с оглед създаване на метод за построяване на измервателни системи, притежаващи висока точност в условия на инерционни въздействия, променящи се в широки граници и осигуряващи единството им на измерване.

Въз основа на представени изводи за решени и нерешени проблеми в дефинираната област на темата е формулирана коректно целта на дисертационната работа, а също така и задачите, съответстват на поставената цел. В научно отношение актуалността на изследването се състои в обосноваването на подход, разработката на методи и алгоритми чрез обхващане на всички елементи от системата вода - кораб - измервателно средство - математическите модели за динамичната грешка. В научно-приложно отношение въз основа на предложени метод са разработени две конкретни системи за измерване на бордово и килево клатене, крен и диферент на кораб, онагледяващи измервателни системи от ново поколение.

Това ми дава основанието да твърдя, че темата и самата дисертационната работа е актуална.

## Обзор на цитираната литература

Блиографията обхваща 207 литературни източника, от които 168 на кирилица и 41 на латиница. Повече от половината от цитираната литература - 87 е след две хилядната година. Авторът творчески се е запознал с голям спектър от литературни източници, посветени на разглеждания проблем. Посочените

литературни източници са използвани подходящо не само в обзорната част, а и при изследване на структурата, детайлите и теоретичните елементи, както и при систематизирането на възможностите и условията за изграждане на системата, от което личи задълбочено познание на автора по разглеждания проблем.

Тази добра информираност ми дава основание да смятам, че изходните постановки, възприети от автора, могат да дадат верен отговор на поставената цел и задачи на дисертационната работа.

### **Методика на изследване**

Дефинираната цел на изследването: разработване на теоретичните основи на измерванията в динамичен режим на параметри на движещи се обекти, и в частност на кораби, отговаря на съвременните тенденции при измерванията в динамичен режим. Теоретичните изследвания се базират на основните постановки в теория на метрологията и измервателната техника, теория на стационарните случайни процеси и линейните динамични системи, теория на вероятностите, математическата статистика, теория на кинематиката и динамиката на механичните движения на материалните обекти.

В изследванията си авторът използва методи, позволяващи да се построят адекватни модели, отчитащи връзките на обектите с околната среда, техните функции и многостепенната им структура, като се обхващат всички възможни варианти и се елиминира възможността да се изпусне оптималното решение.

За решаване на поставената цел е избран традиционния подход (подход на грешката) като основен принцип за установяване на точкова оценка на грешката при съставяне на моделите и методите на изследване. Моделите на динамичните системи са съставени на базата на методи от аналитичната динамика. Приложени са алгоритми от теория на адаптивната филтрация – метод на Калман. За извеждане на теоретичните модели за динамичната грешка са използвани прийоми от спектралния анализ. За решаване на системите уравнения са използвани аналитични, числени и имитационни методи, създадени в средите на известни приложни програмни продукти. Експерименталните изследвания са оценени чрез статистически методи.

В дисертационния труд авторът е използвал теоретични и експериментални методи, част от които са разработени от него. Предложеният подход, създадените методи и разработените алгоритми са експериментално проверени. Оценявам избраните от автора методологични подходи за правилни, както и обемът на проведените изследвания, съответстващ на изискванията за научната степен „Доктор на науките”.

### **Приноси на дисертационния труд**

В резултат на извършената теоретична и експериментална работа, свързана с решаването на поставените в дисертацията цел и задачи, изразявам съгласие с предложеното обособяване на следните две групи постигнати резултати с научна и научно-приложна стойност:

**A. Научни приноси** - доказване с нови средства на съществуващи нови страни на вече съществуващи научни области, проблеми, теории, хипотези и пр.

➤ *формулиране на или обосноваване на нови методи:*

Предложен е нов метод за създаване на измервателни средства и системи за безжироскопно определяне на параметри на движещи се обекти, който отстранява недостатъците на съществуващите измервателни средства, тъй като се базира от

една страна на чувствително опростен механичен модул, а от друга – на съвременните високи постижения в областта на нанотехнологиите, микропроцесорната и компютърната техника;

➤ *формулиране на/или обосноваване нови подходи:*

Създаден е математическият апарат, позволяващ разработването на анализа и синтеза на измервателни системи по предложения метод. Математическите модели са съставени въз основа на възможно най-широкия спектър от характеристики, интегрирани във функционалната цялост на системата вода - кораб - измервателно средство, което дава възможност за създаване на коригиращи алгоритми за обработване на измервателните сигнали в реално време, с цел - повишаване точността на измерване;

➤ *формулиране на/или обосноваване нови подходи:*

Разработен е математическият модел на динамичната грешка на средства, измерващи параметри на движещи се обекти, и са предложени методи за нейния анализ. Моделът има за цел да повиши не само точността на анализа, но се използва и като елемент от функционално-структурната организация на измервателните системи, което дава възможност за осигуряване на тяхната действителна точност относно критерия за минимум на средно-квадратичната грешка. По този начин се обезпечават адаптивността на измервателните системи в широки граници на изменение на измерваните величини и смущаващите въздействия.

***Б. Научно-приложни приноси*** - получаване и доказване на нови факти и създаване на нови класификации, методи, конструкции, схеми

➤ В съответствие с основните принципи на предложения метод е разработена конкретна измервателна система, предназначена за измерване на бордово и килево клатене, крен и диферент на кораб. Високата динамична точност на измервателната системата се осигурява от допълнителен измервателен канал, работещ паралелно с основния. Принципът на работа на допълнителния измервателен канал се основава на подходящ коригиращ алгоритъм, използващ сигнали от линейни MEMS акселерометри.

➤ Създадена е измервателна система за определяне на ъгловите колебания на кораб, основаваща се на моделите на динамиката на системата и обекта. Допълнителният измервателен канал, обезпечаваш високата динамична точност, е изграден на базата на измервателно-изчислителен метод, в който е заложено предположението, че информация за състоянието на системата може да бъде получена от теоретичния модел на динамиката му, чийто входен вектор се формира като резултат от текущите стойности на измерване;

➤ Разработен е математическият апарат на алгоритъм за повишаване на динамичната точност на измервателни системи, използващи махалови датчици за вартикала в метрологичната си верига. Моделът е създаден въз основа на метода на Калман, с оглед отстраняване на влиянието на редица смущаващи източници, всеки от които е с второстепенно значение, но сумарното им действие може да предизвика значително изкривяване на измервателния сигнал;

➤ Съставен е математическият модел на алгоритъм за определяне на оптималната оценка на измерваната величина по критерия за минимум на средно-квадратичната грешка за измервателни системи, определящи параметри на движещи се обекти. Разработеният алгоритъм повишава съществено точността на

измервателната система, защото той се основава на действителния модел на динамиката на движещия се обект;

➤ Предложена е методика за определяне на динамичните честотни характеристики на измервателни средства и системи за определяне на ъглови колебания на движещи се обекти, която се основава на създадената за целта стендова апаратура;

➤ Създадена е стендова апаратура за изследване на динамичната точност на измервателни средства и системи, работещи на движещи се обекти, и по специално – на кораби. Апаратурата представлява стенд-симулатор, разработен на базата на шестстепенна платформа на Стюард, което осигурява необходимата чувствителност, маневреност и точност на движение на работната платформа.

➤ Съставени са математическите модели, обезпечаващи всички необходими условия за създаване на стенд-симулатори за изследване на метрологичните характеристики на измервателни средства, работещи на кораби. Разработените модели и създаденият въз основа на тях интерфейс за връзка и управление са достатъчно универсални за да могат да бъдат използвани при проектиране на други системи за калибриране на уреди, работещи на различни движещи се обекти, например - автомобили, самолети и др.;

➤ Създадено е изходно средство, въз основа на което и разработения за целта математически апарат, е съставена йерархична схема за калибриране на стенд-симулатора за изследване на динамичната точност. Това създава необходимите предпоставки за осигуряване на референтни качества на стенд-симулатора, необходими за обезпечаване на условията за единство на измерванията.;

➤ Предложена е методика за изследване на точността на измерване на средства и системи, работещи на плаващи обекти, която е съставена за условия, които са максимално близки до реалната среда на работа на изследваните системи, защото се базира на възможностите на разработения стенд-симулатор.

В документите на доц. д-р инж. Д. Дичев не са представени документи за внедряване със социален и/или икономически ефект. Това според мен не намалява значимостта на приносите, тъй като областите на неговите изследвания са с научен и научно-приложен характер и са в сравнително начална фаза и предстои по-широкото им приложение. Потвърждение за това е представената заявка за патент в Приложение П-14.

### **Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд**

Отделни части от дисертацията са публикувани в 22 работи, от които 7 статии и 15 доклада, у нас и в чужбина. Актуалността на научните публикации се отразява в 16 броя цитирания. Цитирани са 11 труда на кандидата от български и чуждестранни автори в публикации в страната, и в чужбина. Публикациите са в областта на конкурса, като някои от тях са с реализация във вид на тестови стендове, а също така и на реализирани лабораторни прототипи.

От тези публикации и свързаните с тях разработки може да се съди за неговата научноизследователска дейност и може да се даде висока обща оценка. Водещата роля на доц. д-р инж. Д. Дичев в тези публикации не буди съмнение.

### **Авторство на получените резултати**

Представеният дисертационния труд съдържа основните части на едно цялостно изследване на поставената задача. Направен е задълбочен анализ на известните подходи и е предложено новаторско решение на проблема.

Основното съдържание на дисертацията е отразено в общо 22 научни публикации. Броят на статиите е 7, на докладите – 15. Две статии са с Импакт фактор. Броят на статиите в международни списания е 5, а в национални списания – 2. Броят на докладите на международни конференции е 5, а на докладите в научни трудове на национални научни конференции, научни трудове на университети и семинари – 10. На английски език са 10 научни публикации, на български език – 12. Доц. Д. Дичев има 6 самостоятелни публикации, а в останалите е на първо място в авторския колектив.

Считам, че дисертационния труд и неговите приноси са лично дело на автора. Убеждението ми в това отношение се гради на лични впечатления относно експериментите, от представения в основния текст и приложенията автентичен изследователски материал, а също така от изказаните в подкрепа на това становище мнения в първичното звено на вътрешната защита на дисертацията.

### **Автореферат и авторска справка**

Авторефератът е с общ обем от 76 страници, включващи 58 фигури, и 1 таблица, резюме на английски език както и списък на научните публикации. Съдържанието и структурата на автореферата съответства напълно на дисертационния труд. Той отразява ясно и в завършена степен основната цел и задачи на дисертацията, извършената научно-изследователска работа и получените резултати с което доказва в концентриран вид научната и изследователска продукция на доц. д-р инж. Д. Дичев. Приносите са представени коректно с точност и пълнота на резултатите от автора.

### **Забележки по дисертационния труд**

Общото ми впечатление е, че материалите са подготвени старателно и съгласно изискванията на нормативните документи. Нямам съществени забележки, а само такива с формален характер, които бих определил като:

1. **Технически** В автореферата на стр. 26 и 27 са представени две различни фигури с една и съща номерация - фиг 2.21. В дисертацията на стр.119 е обозначено съкращението на „фотоелектричен кодов преобразувател” въпреки, че е включен вече в списъка на използваните съкращения, на стр.135 не става ясно защо е избрана стъпка на интегриране 0,01s.
2. **Редакционни** В дисертацията, а също така и в дефинираните Научно-приложни приноси неправилно се използва „динамиката на системата и обекта”, в САУ и САР системата включва управляващо и/или регулиращо и/или измервателно устройство и обект. Има също неясни изрази, говори се за „създадено е изходно средство”, а на стр.134 е използван термина „сборка”.

### **Заклучение**

Представеният дисертационен труд „Модели и методи за анализ на динамичната точност на системи за измерване на параметри на движещи се обекти” отразява широкообхватно и завършено научно изследване на актуален проблем с научна и приложна стойност. Авторът е представил задълбочено познание и приложение на съвременните методи за аналитично и експериментално и моделиране на поведението на системата вода-кораб-измервателно средство, ключово при измерванията в динамичен режим.

Съпоставка на представените материали, спрямо минималните изисквания, заложили в Правилника за придобиване на научни степени и заемане на

академични длъжности в Технически университет – Габрово е показана по-долу в таблицата за наукометрични данни за придобиване на научна степен "Доктор на науките". От таблицата се вижда, че показателите на кандидата превишават минималните изисквания.

Научни резултати	Необходим минимален брой за доктор на науките	Постигнати резултати от доц. д-р инж. Д. Дичев
Публикувани статии и доклади:		
- общо	20	22
- самостоятелни	5	6
- с импакт-фактор	2	2
Брой известни цитирания от други автори	15	16

По мое мнение, кандидата е изпълнил изискванията на Закона за развитие на академичния състав в република България и Правилника за неговото приложение за придобиване на научна степен "Доктор на науките". Постигнал е научни и научно-приложни резултати в научната си работа след хабилизацията.

Ръководейки се от принципа за комплексна оценка на кандидата считам, че представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание да **предложа** да бъде придобита научната степен „Доктор на науките” от доц. д-р инж. **Димитър Андонов Дичев** в област на висше образование - **5 „Технически науки”**, професионално направление - **5.1 „Машинно инженерство”**, специалност - **„Метрология и метрологично осигуряване”**

14.09.2015 г.

Подпис:  
/пр

**Заличено обстоятелство,  
на основание чл.2 от ЗЗЛД**