



## РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен  
"Доктор"

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Диан Милчев Илиев

Тема на дисертационния труд: "Изследване, анализ и усъвършенстване на системи за регистриране и натрупване на данни при измервания параметри на околната среда" по професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника, автоматика”, научна специалност „Електронизация”

Рецензент: проф. д-р инж. Никола Вичев Колев, д.н.

### 1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение:

Актуалността на темата на дисертационния труд на инж. Диан Илиев не буди съмнение, защото е безспорно изискването за развитие и приложение на системи за обективно измерване и мониторинг на величини в областта на метеорологията и околната среда като цяло. Резултатите от изследванията за създаване и метрологична оценка на сензори и измервателни устройства на параметри на околната среда позволяват да се предложат структури с подобрени технически характеристики, пригодни за продължителни измервания при тежки метеорологични условия и в труднодостъпни зони.

Дисертационната разработка представлява интересно направление на електронизацията на измервателните процеси в метеорологията и околната среда.

### 2. Поставени цели и задачи:

Целта, която преследва дисертантът, е създаването и изследването на автономна система за дълговременно регистриране и натрупване на данни за метеорологични параметри на околната среда в необслужваеми зони и при екстремни условия,

Основните задачи включват: оценка на възможностите на сензори за налягане, влажност и температура и оптимизиране на схемните решения и процедури за обработка на данните с оглед понижаване на консумацията, подобряване на точността и осигуряване надеждната работа на системата; изследване на нови технически решения за дълговременно измерване на параметрите на вятъра при екстремни условия; създаване на методология и апаратура за дълговременно регистриране на основни параметри на околната среда в екстремни условия; проучване на възможностите за използване на експертни системи при изграждането на адаптивни самоподдържащи се устройства.

### 3. Степен на познаване състоянието на проблема и на литературния материал:

Прегледът на списъка на използваната в дисертацията литература, включваща 103 заглавия, само 3 от които на кирилица и 100 - на латиница, показва, че дисертантът познава публикациите в областта на електронизацията, моделирането и измервателната техника в метеорологията и прави критичен анализ на недостатъците на досегашните разработки. Той показва добра литературна осведоменост като коректно цитира източници за да обоснове избрания подход при разработката. Изследванията по дисертацията са проведени в лабораториите на катедра „Електронна техника” на ТУ – София.

#### **4. Съответствие на избраната методика на изследване с поставените цел и задачи на дисертационния труд:**

Дисертантът методически правилно е избрал най-напред да разгледа известни методи, сензори, устройства и системи за измерване на основни метеорологични параметри на околната среда за да обоснове основните зависимости, използвани при тези измервания. След обективен анализ на известни технически решения, той обобщава полезни конструктивни решения на сензори и системи, които да са в основата на изследванията за подобряване на техните конструктивни и метрологични характеристики.

Дисертантът прави аналитично описание на избраните от него сензори и устройства, предлага концепция и създава структури на устройства и системи за дълговременно измерване на параметри на околната среда в труднодостъпни места в околната среда.

Изследванията са построени така, че да се постигнат необходимите решения на заложените в дисертацията задачи. Прави се теоретичен анализ, последван от експериментални изследвания, графична и математична обработка на получените резултати. Усвоени са, приложени и усъвършенствани методики за симулиране на процеси, протичащи в средите „сензор-измерван параметър”. Дисертантът владее математичния апарат на анализа и демонстрира добра хардуерна и софтуерна подготовка за обосноваване на структурите на системите. Прилагането и усъвършенстването на тези методики обогатяват знанията и опита на дисертанта и представляват образователен принос.

#### **5. Кратка аналитична характеристика на дисертационния труд:**

Дисертационният труд е с обем 124 страници и включва увод, четири глави, заключение, и литература, като в общия обем са включени 43 фигури и 2 таблици. Той отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника към него, както и на Правилника на Техническия университет, София за дисертация за ОНС «Доктор».

В първа глава е направен целенасочен преглед на съществуващи методи и средства за измерване на температура и влажност на приземния въздух, на атмосферно налягане и на скорост на вятъра. Сравнени са използвани методи за оценка на тези параметри, както и компоненти и технически решения на различни измервателни устройства. Приносен елемент на дисертанта е извеждането и систематизирането на факторите, влияещи на точността на калибриране и измерване.

Втора глава е посветена на анализ на сензори за налягане, влажност и температура. Предложени са методи за оптимизиране на схемните решения и процедури за обработка на данните при минимална консумация, подобряване на точността и осигуряване на надеждна работа на системата.

Изследвани са източниците на грешки при измерване на температура с терморезистори Pt100 и с цифров сензор TMP112. Изследвано е влиянието на степента на апроксимация полином върху точността на привързване на скалата на термометричния сензор. Изследвани са източниците на грешки при измерване на температура с цифров сензор TMP112 и са предложени процедури за повишаване точността на калибрирането на температурния сензор чрез привързване към контролна точка и за повишаване точността на сензора TMP112 чрез сравнение с данни от контролен термометър.

Проведени са експерименти със специално създадени за целта апаратни комплекси за проверка на изведените зависимости и за оценка на приложимостта на предложената процедура за повишаване на точността. Експерименталните данни добре се съгласуват с аналитично получените резултати.

Изследвани са възможностите за измерване с цифров сензор за влажност HDC1080. Предложена е процедура за калибриране на сензора чрез привързване към контролна точка и получените експериментални данни удовлетворяват изискванията за влажностни измервания.

Изследвани са възможностите за измерване на атмосферно налягане с цифров сензор BMP180. Предложен е метод за повишаване точността на сензора чрез привързване към фиксирана точка от равновесната крива на водата. Приложени са данни от експерименталните изследвания, които удовлетворяват изискванията за измерване на атмосферно налягане.

В трета глава е описана разработката на тензометричен анемометър за измервания на скоростта на приземния въздух. Направен е анализ и е предложен модел на влиянието на точността на измерване от влажността на въздуха, за което влажният въздух е представен като смес между идеалните газове на сухия въздух и водните пари. Грешката при изчисление на налягането на насищане на водните пари с този модел, сравнена с референтни таблични стойности, е по-малка от  $\pm 0.3\%$ .

Дисертантът показва, че температурният ефект върху плътността на въздуха е значително по-голям, като той се увеличава приблизително с 1% за всеки 3°C спад в температурата. От това следва, че за целият температурен диапазон, аеродинамичният натиск може да се измени с до 50%. Този резултат показва значителното въздействие на температурата върху точността на измерването и обуславя необходимостта от използването на контролен термометър. Трябва обаче да се има предвид, че значителните отклонения в налягането са по-скоро вследствие на промяна в надморската височина, докато денонощните и сезонните изменения в атмосферното налягане са значително по-малки. Този теоретичен модел позволява да се направи оценка на влиянието на изменението на плътността на въздуха в зависимост от температурата, влажността и атмосферното налягане.

В тази глава дисертантът предлага оригинално решение за изграждане на система за измерване параметрите на вятъра, като разработката се свежда до оригинална механична конструкция и подходяща електронна схема за регистриране и обработка на сигналите от тензорезисторите. Предложеното решение е базирано на система от тензометрични сензори, измерващи аеродинамичния натиск оказван от вятъра и е подходящо за дълговременна работа в екстремни условия..

Построен е прототип на предложеното устройство на тензометричен анемометър и е изследвана неговата работоспособност. Основното преимущество на устройството за измерване на скоростта на вятъра е, че конструкцията няма механично движещи се части, а сензорите са добре защитени от влиянието на околната среда – замръзване, блокиране и механично увреждане. Това повишава надеждността му при работа в екстремни условия и го прави подходящо за интегриране към системи за дълговременни измервания в среда с повишена концентрация на малки частици, влажност, широк диапазон на температурния градиент и труден достъп – полярни и високопланински условия.

Според концепцията на дисертанта могат да се създадат устройства с достатъчен диапазон на чувствителност, като това ги прави лесно адаптируеми за специфични условия. Недостатък на предложеното устройство е силната зависимост на функциите на товарните клетки на сензора от наклона на оста спрямо основата. Предлага се техническо решение, според което компенсирането на зависимостта става чрез отчитане ъгъла на наклон на оста чрез добавянето на малък електронен триосов жироскоп, за отчитане на ъгъла на основната ос при измерване.

Дисертантът предлага да се добави и триосов акселерометър като данните от него да се използват като коригиращи данни при отчитане поривите на вятъра и възможни грешки, възникнали вследствие на механични вибрации.

В четвърта глава е представен модел и алгоритъм на адаптивна система за измерване параметрите на околната среда. Дисертантът си е поставил специфично изискване за високопроизводителен режим при измерване на параметрите на околната среда в реално време и изисквания за минимална консумация за периоди на дълговременни метеорологични измервания. Режимът на работа в реално време изисква от системата минимални времена на регистрация и обработка на данните при разширен набор от измервания, както и подходяща комуникация с потребителя. Въведен е адаптивен контрол, който представлява алгоритъм за управление на темпа на натрупване на данни при този режим.

Тази концепция на дисертанта, която аз подкрепям, изисква от алгоритъма да може сам да определя темпа на натрупване на данните и да е в състояние динамично да го променя в зависимост от външни фактори. В алгоритъма за адаптивен контрол е предвидена и възможността да се регистрират необичайни събития.

Дисертантът е предвидил възможност за добавяне на сензори, с фиксирани адреси и въвеждането на всички параметри да става посредством интерактивен диалог с потребителя, като междуременно системата извършва проверка за различни видове потребителски и системни грешки.

Системата може да бъде управлявана и настройвана чрез директно подаване на командите по сериен интерфейс, което позволява тя да бъде свързвана и да работи както с компютърни системи, така и с автоматични системи поддържащи комуникация през сериен интерфейс. С помощта на допълнителни менюта, графичният интерфейс позволява добавянето на референтни данни в паметта на системата, както и лесното задаване на настройките за работа.

Принос на дисертанта е развитата структура на адаптивна система за измерване параметрите на околната среда, позволяваща, както работа в реално време, така и извършването на дълговременни измервания при екстремни условия и ограничен капацитет на захранващия източник.

Предложени са концепция и структура на метеорологичната система и методика за намаляване на консумираната енергия от системата по време на интервалите между измерванията и са предложени модели на адаптивни алгоритми за управление на работните режими на натрупване на данни при дълговременни измервания. Изследвано е влиянието на предложеното решение върху точността на провежданите измервания и е установено, че метрологичните характеристики на апаратурата се запазват.

Разработено е софтуерно осигуряване за управление на системата и са интегрирани набор от адаптивни алгоритми за самодиагностика, управление на работните режими и ефективно управление на системните ресурси и компютърно приложение с графичен потребителски интерфейс за работа със системата, улесняващо конфигурирането, настройката и извеждането на данните от системата.

Със създадената апаратура са извършени множество измервания, потвърждаващи възможността ѝ за употреба в полеви условия и определяне дълговременните промени на физични параметри на средата при екстремни условия.

Прави добро впечатление високото качество на представяне в графичен вид на експерименталните резултати при изследванията със системата, което показва професионализъм в компютърната обработка на данни и информация.

## **6. Научно-приложни и приложни приноси на дисертационния труд:**

Подкрепям формулираните от дисертанта приноси, свързани със: разработване

на оригинална структура на анемометър без движещи се части, подходящ за работа в екстремни условия, базиран на тензометрични сензори; изведени аналитично и експериментално изследвани са зависимостите при определяне скорост и посока на вятъра; теоретично изследвано е влиянието на факторите на околната среда върху работата на устройството и е извършен анализ на характеристиките на предложеното решение; аналитично са изведени и експериментално изследвани източниците на грешки при измерване на температура, атмосферно налягане и относителна влажност; предложени и проведени са калибровъчни процедури за повишаване точността на устройствата; създадена е методика за обработка на постъпващите данни в системата, анализирани са източниците на грешки и са предложени алгоритми за тяхното отстраняване и компенсиране; предложени са модели и системни алгоритми на адаптивна система, които подобряват работните ѝ характеристики – енергоефективност, адаптивност, самодиагностика; създадени са многопараметрична система за регистриране параметрите на околната среда в екстремни условия и софтуерно осигуряване за управление на системата, позволяващи измерване на температура, относителна влажност, атмосферно налягане, скорост на вятъра и др. в реално време и е разработено компютърно приложение с графичен потребителски интерфейс за работа със системата.

Формулираните от дисертанта приноси с дисертационния труд спадат към създаване на нови модели и средства и имат основно характер на научно-приложни.

#### **7. Оценка на степента на личното участие на дисертанта в приносите:**

Не познавам лично инж. Диан Илиев, но познавам творческата атмосфера, в която той работи в катедра „Електронна техника“. От прочетеното в дисертацията оценявам, че дисертантът владее анализа и експериментите по разработките, а представянето на резултатите в няколко научни форума доказват активното му присъствие в научния живот на катедрата и университета. Останал съм с впечатление, че колективът на катедрата е взискателен към разработките на докторантите, което ми дава основание да приема, че получените експериментални данни и методики за метрологичен анализ по дисертацията, са лично дело на дисертанта и са достоверни. Усвоените и приложени в изследването методики и софтуерни програмни среди са добра атестация за дисертанта и представляват елемент от образователната част на степента „доктор“.

#### **8. Преценка на публикациите по дисертационния труд:**

Публикациите по дисертацията, които са 7 на брой, от които 2 самостоятелни, отразяват основните части на разработката по дисертацията.

Може да се приеме, че резултатите от дисертацията са познати на научната общност у нас и в чужбина, тъй като са включени в научни издания на международни конференции по електронизация в Созопол и София.

Забелязано от дисертанта е 1 цитиране на негова публикация от китайски учени.

Нямам общи публикации с дисертанта и не съм свързано лице с него по смисъла на параграф 1, т. 5 от Допълнителните разпоредби на ЗРАСРБ.

#### **9. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната практика:**

Създадената от дисертанта структура на адаптивна измервателна система за климатични елементи е намерила добър прием в българската изследователска станция в Антарктида. Този комплекс може да се използва и в земеделието и околната среда за оценка на микроклимата с цел прецизно управление на технологичните процеси в селскостопанското поле.

Предложените електронна структура на метеорологична система и методики на изследване, както и някои подходи при метеорологичните изследвания могат да се използват за обучение на студентите – електроници в техническите университети.

#### **10. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му:**

Прочетох внимателно автореферата и направих някои редакционни бележки по него, които дисертантът е взел под внимание, видно от отпечатания текст. Той отразява съдържанието на дисертацията и е подготвен съгласно изискванията на Правилника на ТУ-София.

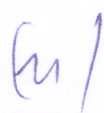
#### **11. Мнения, препоръки и бележки:**

1. В текста на дисертацията има забележими правописни грешки.
2. Текстове под редица фигури, особено в глава 4, например фигури 4.16 – 4. 21, не са с пълни заглавия.
3. Списъкът на цитираната литература не е представен според изискванията.
4. Получените резултати и полезността на разработката ми позволяват да дам положителна рецензия, независимо от критичните ми бележки.

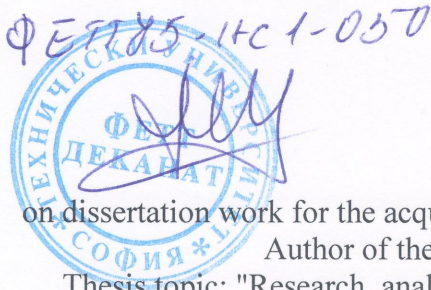
#### **12. Заключение:**

Оценявам положително актуалния характер и резултатите от разработката на дисертационния труд на маг. инж. Диан Милчев Илиев на тема: "Изследване, анализ и усъвършенстване на системи за регистриране и натрупване на данни при измервания параметри на околната среда" по професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника, автоматика“, научна специалност „Електронизация“ и като член на Научното жури, назначено със заповед ОЖ – 5.2 -21/24.01.2020г. на Ректора на ТУ – София предлагам да се присъди на инж. Диан Милчев Илиев образователната и научна степен “Доктор”.

София  
02.04. 2020г

Подпис:   
проф. д-р инж. Никола Вичев Колев, дн.





## REVIEW

on dissertation work for the acquisition of the educational and scientific degree "Doctor"

Author of the thesis: mag. Eng. Dian Milchev Iliev

Thesis topic: "Research, analysis and improvement of data acquisition systems for environmental parameters" in the professional field 5.2. "Electrical Engineering, Electronics and Automation", the specialty "Electronics"

Reviewer: Prof. Dr. Eng. Nikola Vichev Kolev, DSI.

### **1. The actuality of the problem developed in the dissertation in scientific and scientific-applied terms**

The relevance of the topic of the dissertation work of Eng. Dian Iliev is not in doubt, because it is indisputable the requirement for the development and implementation of systems for objective measurement and monitoring of values in the field of meteorology and environment in general. The results of studies on the creation and metrological evaluation of sensors and measuring devices of environmental parameters allow to propose structures with improved technical characteristics, suitable for continuous measurements in severe meteorological conditions and in hard to reach areas.

The dissertation development is an interesting direction of the electronization of the measurement processes in meteorology and the environment.

### **2. Set goals and objectives**

The aim of the author of the dissertation is to create and research an autonomous system for long-term recording and accumulation of data on meteorological environmental parameters in non-serviceable areas and in extreme conditions.

Key tasks include: assessing the capabilities of pressure, humidity and temperature sensors and optimizing circuitry and data processing procedures to reduce power consumption, improve accuracy, and ensure reliable system operation; exploration of new technical solutions for long-term measurement of wind parameters under extreme conditions; creation of methodology and equipment for long-term recording of basic environmental parameters in extreme conditions; exploring the possibilities of using expert systems in the construction of adaptive self-supporting devices.

### **3. Degree of knowledge of the problem and the literature**

A review of the list of the literature used in the dissertation, including 103 titles, only 3 of which are in Cyrillic and 100 in Latin, indicates that the author is familiar with publications in the field of electronics, modeling and measuring technology in meteorology and makes a critical analysis of the shortcomings of the current developments. It shows good literary awareness by correctly citing sources to justify the approach chosen in the development. The dissertation research was conducted in the laboratories of the Department of Electronic Engineering at the Technical University - Sofia.

### **4. Relevance of the chosen research methodology to the set goals and tasks of the dissertation**

The author of the dissertation methodical by correctly chooses first to consider known methods, sensors, devices and systems for measuring basic meteorological parameters of the environment in order to justify the basic dependencies used in these measurements. After an objective analysis of known technical solutions, he summarizes useful design solutions for sensors and systems that underlie research to improve their design and metrological characteristics.

The author analytically describes the sensors and devices chosen by him, proposes a concept and creates structures of devices and systems for long-term measurement of environmental parameters in inaccessible places in the environment.

The research is designed to achieve the necessary solutions to the tasks set out in the dissertation. A theoretical analysis is made, followed by experimental studies, graphical and mathematical processing of the obtained results. Methods for simulating processes in "sensor-measured parameter" environments have been adopted, implemented and refined. The author of the dissertation masters the mathematical apparatus of analysis and demonstrates good hardware and software knowledge for justifying the structures of the systems. The application and refinement of these methodologies enrich the knowledge and experience of the author of the dissertation and present an educational contribution.

### **5. Brief analytical characteristic of the dissertation**

The dissertation has 124 pages and includes an introduction, four chapters, a conclusion, and literature, with a total of 43 figures and 2 tables. It meets the requirements of the ZRASRB and the Regulations, as well as the Regulations of the Technical University, Sofia for the dissertation for the acquisition of the educational and scientific degree "Doctor".

The first chapter provides a thorough review of existing methods and tools for measuring the temperature and humidity of the groundsurface air, atmospheric pressure and wind speed. The methods used to evaluate these parameters, as well as the components and technical solutions of different measuring devices, are compared. A contributing element of the author is to derive and systematize the factors that influence the accuracy of calibration and measurement.

The second chapter is devoted to the analysis of sensors for pressure, humidity and temperature. Methods are proposed to optimize circuitry and data processing procedures with minimal consumption, improve accuracy, and ensure reliable system operation.

The sources of temperature measurement errors with Pt100 thermistors and TMP112 digital sensor were investigated. The influence of the degree of the approximating polynom on the accuracy of the thermometric sensor scale are investigated. Procedures are proposed to improve the accuracy of the temperature sensor calibration by tethering to a control point and to increase the accuracy of the TMP112 sensor by comparing it with data from a control thermometer.

Experiments have been conducted with specially designed hardware complexes for checking the dependencies derived and for evaluating the feasibility of the proposed procedure for increasing the accuracy. The experimental data are in good agreement with the analytically obtained results.

Measurement possibilities with digital humidity sensor HDC1080 are investigated. A procedure for calibrating the sensor by reference to a reference point is proposed and the experimental data obtained satisfy the requirements for humidity measurements.

The possibilities of measuring atmospheric pressure with the BMP180 digital sensor were investigated. A method is proposed to increase the accuracy of the sensor by attaching to a fixed point on the equilibrium curve of water. Data from experimental studies that satisfy the requirements for measuring atmospheric pressure are provided.

Chapter 3 describes the development of a strain tensometric anemometer for groundsurface air velocity measurements. An analysis is made and a model is proposed for the influence of the measurement accuracy of the humidity of the air, for which the humid air is presented as a mixture between the ideal dry air gases and the water vapor. The error in the calculation of the



water vapor saturation pressure with this model, compared to the reference table values, is less than  $\pm 0.3\%$ .

The author of the dissertation shows that the temperature effect on air density is much greater, increasing by approximately 1% for every 3 ° C drop in temperature. It follows that for the whole temperature range, the aerodynamic pressure can be changed by up to 50%. This result shows the significant effect of temperature on the measurement accuracy and necessitates the use of a control thermometer. However, it should be borne in mind that significant variations in pressure are rather a consequence of changes in altitude, while diurnal and seasonal changes in atmospheric pressure are significantly smaller. This theoretical model makes it possible to evaluate the effect of changes in air density depending on temperature, humidity and atmospheric pressure.

In this chapter, the author proposes an original solution for the construction of a system for measuring wind parameters, the development being reduced to an original mechanical structure and a suitable electronic circuit for recording and processing the signals from the strain gauges. The proposed solution is based on a tensoresistor system that measure the aerodynamic pressure exerted by the wind and is suitable for long-term operation in extreme conditions.

A prototype of the proposed device of the tensometric anemometer was constructed and its operability was tested. The main advantage of the wind speed measuring device is that the structure has no mechanically moving parts and the sensors are well protected from environmental influences - freezing, blocking and mechanical damage. This increases its reliability when operating in extreme conditions and makes it suitable for integration into long-term measurement systems in environments with high concentrations of small particles, humidity, a wide range of temperature gradients and difficult access - polar and high mountain conditions.

According to the author of the dissertation concept, devices with sufficient sensitivity range can be created, making them easily adaptable to specific conditions.

A disadvantage of the proposed device is the dependence of the functions of the load cells of the sensor on the inclination of the axis relative to the base. A technical solution is proposed to compensate the dependence by taking the angle of inclination of the axis by adding a small electronic triaxial gyroscope to account the angle of the principal axis during measurement.

The author of the dissertation proposes the addition of a triaxial accelerometer to use the data from it as corrective data in taking into account wind gusts and possible errors due to mechanical vibrations.

The fourth chapter presents the model and algorithm of an adaptive system for measuring environmental parameters. The author of the dissertation has made a specific requirement for high-performance mode for measuring real-time environmental parameters and minimum consumption requirements for long-term meteorological measurements. Real-time mode requires minimum system logging and processing times for an extended set of measurements, as well as appropriate communication with the user. Adaptive control is introduced, which is an algorithm for controlling the rate of data accumulation in this mode.

This author concept, which I support, requires the algorithm to be able to determine the rate of data accumulation on its own and be able to dynamically change it depending on external factors. The adaptive control algorithm also provides for the ability to record unusual events.

The author of the dissertation envisages the possibility of adding sensors with fixed addresses and entering all parameters through an interactive dialogue with the user, while the system checks for various types of user and system errors.

The system can be controlled and configured by directly sending commands over a serial interface, which allows it to be connected and operate with both computer systems and automatic systems supporting communication over a serial interface. With the help of additional menus, the GUI allows you to add reference data to the system's memory, as well as to easily set the operating settings.

A contribution of the author is the developed structure of an adaptive system for measuring environmental parameters, allowing both real-time and

making long-term measurements under extreme conditions and limited power source capacity.

A concept and structure of the meteorological system and a methodology for reducing the energy consumed by the system during the intervals of measurements are proposed, and models of adaptive algorithms for managing the operating modes of data accumulation in long-term measurements are proposed. The influence of the proposed solution on the accuracy of the measurements was investigated and the metrological characteristics of the instrument were found to be maintained.

System management software has been developed and a set of adaptive algorithms for self-diagnosis, operating mode management and efficient system resource management and a computer application with a graphical user interface for system operation have been integrated, facilitating the configuration, tuning and output of system data.

With the created equipment many measurements have been made, confirming its possibility for use in the field and determining long-term changes of physical parameters of the environment under extreme conditions.

The high quality of graphical presentation of the experimental results in the research with the system, which shows professionalism in the computer processing of data and information, makes a good impression.

## **6. Scientific and applied contributions of the dissertation**

I am supporting the author's contributions related to: developing an original structure of an anemometer without moving parts, suitable for operation in extreme conditions, based on tensometric sensors; the wind speed and direction were determined analytically and experimentally; the influence of environmental factors on the operation of the device has been theoretically investigated and an analysis of the characteristics of the proposed solution has been carried out; the sources of error in measuring temperature, atmospheric pressure and relative humidity have been analytically derived and experimentally investigated; calibration procedures have been proposed and implemented to improve the accuracy of the devices; a methodology for processing the incoming data in the system was created, the sources of errors were analyzed and algorithms were proposed for their elimination and compensation; models and system algorithms of an adaptive system are proposed that improve its performance - energy efficiency, adaptability, self-diagnosis; created a multi-parameter system for recording environmental parameters in extreme conditions and software for system control, allowing measurement of temperature, relative humidity, atmospheric pressure, wind speed etc., in real time a computer application with a graphical user interface was developed to work with the system.

The contributions made by the author of the dissertation through the dissertation work belong to the creation of new models and tools and are mainly of scientific application.

## **7. Assessment of the degree of the dissertation's author personal participation in the contributions**

I do not personally know engineer Dian Iliev, but I do know the creative atmosphere in which he works at the Department of Electronic Engineering. I appreciate the dissertation's author mastery of analysis and development experiments, and the presentation of the results in several scientific forums prove his active presence in the scientific life of the department and the university.

I am impressed that the staff of the department is demanding for the developments of the post graduate students, which gives me reason to believe that the obtained experimental data and methodologies for metrological analysis of the dissertation are personal work of the author and are reliable. The methodologies and software programs adopted and implemented in the research are good attestation for the author and are an element of the educational part of the doctoral degree.

## **8. Assessment of dissertation publications**

The dissertation publications, which are 7 in number, 2 of which are independent, reflect the main parts of the dissertation development.

It can be assumed that the results of the dissertation are known to the scientific community at home and abroad, as they have been included in scientific publications at international electronics conferences in Sozopol and Sofia.

Noticed by the author is 1 citation of his publication by Chinese scientists.

I do not have any publications with the author of the dissertation and I am not associated with him within the meaning of paragraph 1, item 5 of the Supplementary Provisions of the LPDA.

## **9. Use of the results of the dissertation work in scientific practice**

The structure of the adaptive measuring system for climatic elements created by the author of the dissertation has found a good reception in the Bulgarian research station in Antarctica. This complex can also be used in agriculture and the environment to evaluate the microclimate in order to accurately manage technological processes in the agricultural field.

The proposed electronic structure of the meteorological system and research methodologies, as well as some approaches to metrology research, can be used to train electronics students at technical universities.

## **10. Evaluation of the conformity of the abstract with the requirements for its preparation**

I read the abstract carefully and made some editorial notes on it, which the author of the dissertation took into account, as can be seen from the printed text. It reflects the content of the dissertation and has been prepared in accordance with the requirements of the Rules of TU-Sofia.

## **11. Opinions, recommendations and comments**

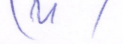
1. There are noticeable misspellings in the thesis text.
2. The texts under a number of figures, especially in Chapter 4, for example Figures 4.16 - 4.21, do not have full headings.
3. The list of references is not provided as required.

4. The results obtained and the usefulness of the development allow me to give a positive review, despite my critical remarks.

### 12. Conclusion

I positively appreciate the actual character and the results of the development of the thesis of Dian Milchev Iliev on the theme "Research, analysis and improvement of data acquisition systems for environmental parameters" in professional field 5.2. "Electrical Engineering, Electronics and Automation", scientific specialty "Electronics" and as a member of the Scientific Jury, appointed by order OJ - 5.2 -21 / 24.01.2020 of the Rector of the Technical University - Sofia, I propose to be awarded to Eng. Dian Milchev Iliev the educational and scientific degree "Doctor".

Sofia  
02.04. 2020

Signature:   
Prof. Dr. Eng. Nikola Vichev Kolev, DSI.

