

## РЕЦЕНЗИЯ

### върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „Доктор”

**Автор на дисертационния труд:** маг. инж. Пролет Стойчева Денева

**Тема на дисертационния труд:** „Изследвания по автоматично разпознаване на биологични видове от техните акустични емисии”

**Рецензент:** доц. д-р инж. Ивайло Райчев Беловски, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ - Бургас

Дисертационният труд е с обем от 124 страници, от които 102 страници основен текст, включително 22 фигури, 7 таблици, 19 формули, списък на фигурите, списък на таблиците, списък на използваните съкращения и списък на използваната литература. Дисертацията съдържа: въведение; четири глави; заключение; приноси в дисертационния труд; библиография и списък на публикациите на автора.

#### **1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение. Степен и мащаб на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията.**

През последните десетилетия се наблюдава повишен интерес към науката за съжителство между видовете, опазването на околната среда, биологичното екоразнообразие и екоравновесие. Това до голяма степен се дължи на оценката за вредните, а в много случаи и фатални последици върху живата природа, причинени от човешката дейност и търсене на съвременни методи и средства за справяне с този глобален проблем.

Един мащабен експертен анализ на биоразнообразието за определен регион е предварително свързан с наблюдение и участие на човешки фактор – все неща, които в много от случаите могат да доведат до промени в поведението на животинските видове. Именно тук, частична автоматизация на действията би имала огромно положително въздействие върху естественото функциониране на биосферата.

Автоматизираното извличане на информация от звукозаписи на животински видове би позволило подобряване обхвата на мониторинга на биологичното разнообразие и оценка на въздействието върху околната среда на определени човешки дейности, а също и до разработването на технологични инструменти, позволяващи интерпретацията на важни акустични събития или общи тенденции на динамиката на популацията и баланса между видовете.

Дисертационният труд разглежда необходимостта от задълбочени изследвания, свързани с разработването на методи за моделиране и автоматично разпознаване на акустични емисии от птици, бозайници, влечуги и насекоми в техните естествени местообитания. Постигнати са важни резултати, свързани предимно с определяне на характеристичната птича мелодия, чрез интерполация

на спектралните пикове на сигнала, параметризирането на птичите вокализации и разпознаването на типовете срички.

Считам, че разработеният в дисертационния труд проблем има своята актуалност в научно и научно-приложно отношение, а поставените цели и задачи са изпълнени в необходимия обем.

## **2. Познава ли дисертантът състоянието на проблема и оценява ли творчески литературния материал.**

Авторът е извършила задълбочено проучване на проблемите, свързани с методите за автоматично разпознаване и моделиране на вокализации на различни биологични видове, като за целта е използвала 177 литературни източника на латиница. На базата на аналитичен преглед на постигнатото в областта е изяснена нуждата от разработване на нови методи, които да подпомогнат автоматичното разпознаване на биоакустични сигнали. Формулирани са някои от съществените проблеми, свързани с разработките в областта. Творческият анализ на известните резултати е дал възможност за формулиране на адекватни задачи за постигане на крайната цел на дисертационния труд.

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

Във връзка с направения обзор и анализ е формулирана **целта** на настоящата дисертация: да се предложат адекватни решения, свързани с разработването на методи за моделиране и автоматично разпознаване на акустични емисии от птици, бозайници, влечуги и др.

Във връзка с целта са формулирани следните задачи:

1. Изследване възможността за определяне на характеристикната мелодия чрез интерполация на спектралните пикове на основния хармоник на сигнала, определени за кратки времеви интервали.

2. Избор на метод за параметризиране на характеристикната мелодия на птичи вокализации, с цел интерполирането на отделните сегменти от характеристикната крива, изчислена за конкретно акустично събитие.

3. Автоматизирано разпознаване на типовете срички на птичите вокализации.

Изброеното по-горе е доказателство за добрата теоретична подготовка на автора и добрите ѝ изследователски умения за избор на методи и средства за изследване.

## **4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.**

Дисертационният труд е посветен на един актуален проблем, свързан с изследването на методи и средства за анализ и обработка на птичи вокализации, с цел разпознаване на биологични видове и типови акустични събития.

Направена е оценка на приложимостта на съществуващите методи и средства, и създаване на нови такива за филтриране, шумопотискане, сегментиране, параметризиране на биоакустични сигнали, с цел тяхното автоматизирано разпознаване.

Във **втора глава** на дисертационния труд се изследва възможността за определяне на характеристичната мелодия, чрез интерполация на спектралните пикове на основния хармоник на сигнала, определени за кратки времеви интервали. Представено е концептуалното решение на проблема и е предложен метод за откриване траекторията на характеристичната мелодия в биоакустични записи на птици, регистрирани в дивата природа. Показани са числени резултати от прилагането на метода, потенциалната му приложимост и са представени съответните изводи.

В **трета глава** на дисертационния труд е представен нов метод за параметризиране на характеристичната мелодия на птичи вокализации. Използван е Gaussian Mixture Models (GMM) за интерполация на отделните сегменти от характеристичната крива, изчислена за конкретно акустично събитие. Предложен е тристепенен процес на обработка на аудио сигнала, при който първоначално се извършва морфологична обработка и автоматично сегментиране на птичата песен въз основа на аудио спектрограмата. Като втора стъпка се прилага алгоритъм за намиране на доминиращия честотен компонент, изглаждане на доминиращия енергиен контур и редуциране на изображението до черно и бяло. Предложен е метод за параметризация на получените контури, чрез интерполация с GMM. Като краен резултат е синтезиран параметричен модел, описващ сегменти с различна дължина и сложност с предварително определени параметри.

В **четвърта глава** на дисертационния труд е представен метод за автоматизирано разпознаване на типа срички на птичите вокализации, включващ автоматично сегментиране на птичите вокализации и последващо моделиране на всеки отделен сегмент чрез интерполация на енергията на доминиращия честотен компонент, базирана на GMM. В края на процеса, за разпознаване на типа на сричките на птичата вокализация, параметрите на GMM модела се подават към класификатор.

## **5. Научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд. Значимост на приносите за науката и практиката.**

На базата на представения дисертационен труд и публикациите, свързани с него смятам, че могат да се формулират следните по-значими научно-приложни и приложни приноси:

### **Научно-приложни приноси:**

1. Създаден и валидиран е метод за определяне траекторията на доминиращия честотен компонент, определящ характеристичната мелодия на птичи вокализации, регистрирани в дивата природа, с ясно изразена хармонична съставна.
2. Създаден и валидиран е метод за параметризиране на характеристичната мелодия на птичи вокализации, използващ смеси от Гаусови функции (Gaussian Mixture Models, GMM) за интерполация на отделните сегменти от характеристичната крива, изчислена за конкретно акустично събитие.
3. Създаден и валидиран е метод за автоматизирано разпознаване на типовете срички на птичите вокализации. Прецизността на метода е много висока и достига до 98%.

### **Приложни приноси**

4. Създадено е цялостно програмно осигуряване, реализиращо предложените по-горе методи.

5. Проведени са експериментални изследвания за определяне на оптималните параметри на моделите.
6. Проведени са числови симулации за оценка на работоспособността на предложените методи.

**6. Може ли да се оцени в каква степен дисертационния труд и приносите представляват лично дело на дисертанта?**

Представеният ми за рецензия материал, информацията, с която разполагам, както и публикациите по темата на дисертацията ме водят до убеждението, че основните резултати от дисертационния труд са лично дело на ас. инж. Пролет Денева, разбира се под ръководството на нейния научен ръководител проф. д-р инж. Тодор Ганчев.

**7. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани.**

Основните резултати от дисертационния труд са представени в 7 публикации, от които 5 - в български списания и 2 - в Сборници с трудове от международни конференции. Две статии са самостоятелни, а останалите са в съавторство (5 – с научния ѝ ръководител). Две статии са индексирани в базата данни Scopus. Към днешна дата не са забелязани цитирания на публикациите в базата данни Scopus.

Представените научни публикации доказват, че основните резултати от дисертационния труд са добре апробирани на редица национални и международни форуми и са станали известни на научната общност.

**8. Резултатите от дисертационния труд използвани ли са вече в научната и социалната практика?**

Няма представени доказателства за внедряване на резултатите на дисертационния труд.

**9. Мотивирани препоръки за бъдещо използване на научните и научно-приложните приноси: какво и къде да се внедри.**

Считам, че предложените нови научни методи могат да бъдат обект на интелектуална собственост и препоръчвам на ас. инж. Пролет Денева, заедно с ръководителя на дисертационния труд проф. Тодор Ганчев, да заяви своите претенции пред Патентното ведомство на Република България.

При наличие на интерес от еколози, орнитолози, научни работници, изследователи, специалисти и др., предложените методи за моделиране и автоматично разпознаване на различни биоакустични емисии могат да бъдат използвани директно в специфичната им работа.

Постигнатите резултати могат да бъдат използвани и в учебния процес на студентите от професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“, както и за разработки в магистърски и докторски програми.

**10. Авторефератът направен ли е съгласно изискванията, правилно ли отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд?**

Авторефератът е разработен съгласно изискванията на Приложение 4 на Правилника за приемане, обучение на докторанти и придобиване на образователната и научна степен „доктор“ и научна степен „доктор на науките“

на ТУ – Варна. В него коректно са представени основните положения и научните приноси на дисертационния труд.

#### **11. Критични бележки по дисертацията, включително и по литературната осведоменост на кандидата.**

Съществени забележки и препоръки към дисертационния труд нямам. Като рецензент на проекта за дисертация, представен за предварителна защита, бях отправил няколко конкретни забележки и препоръки за подобряване на представения материал.

Прави впечатление, че инж. Пролет Денева като цяло се е съобразила с направените критични бележки по представения за предварителна защита материал.

Повечето забелязани технически неточности и пропуски от редакционен характер също бяха своевременно коригирани.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На базата на изложените по-горе анализи относно резултатите от представената ми разработка, тяхната актуалност, оригиналност, значимост за науката и практиката смятам, че дисертационният труд **„Изследвания по автоматично разпознаване на биологични видове от техните акустични емисии ”** е завършено научно изследване и отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за неговото приложение за получаване на образователна и научна степен “доктор”. Това ми дава основание да дам положителна оценка на дисертационния труд и да препоръчам на членовете на уважаваното жури да гласуват за придобиване от **маг. инж. Пролет Стойчева Денева** на образователна и научна степен **„доктор”** по докторска програма „Електронизация“ към професионално направление: 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“, област: 5. Технически науки.

гр. Бургас  
10.08.2022г.

Подпис:  
/доц. д-р инж. Ивайло Беловски/