

## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за получаване на образователна и научна степен  
„доктор”  
по докторска програма: „Електронизация“

**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 Йорданов Неделчев,  
Технически университет – Варна

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

В последните десетилетия особено актуален е въпросът за опазването на околната среда и животинските видове в природата. Много от тях са застрашени от изчезване в резултат на човешката намеса в техните ареали, чрез редица дейности присъщи на съвременната цивилизация.

Един от начините за опазване на биологичното разнообразие в природата е, като научим повече за нея и нейния език. Звучите, които живите същества генерират са особен източник на информация, както за самите тях така и за средата в която се намират, а също така и за техните взаимоотношения. Тяхното изучаване и подлагането им на научен анализ, би спомогнало за разрешаването на проблеми, които имат отношение към редица научни направления.

Налице са мащабни глобални инициативи, както и наредби, които урегулират нивата на шумове с антропогенен произход, с цел минимизиране на въздействието на човека върху флората и фауната. Всички те биха могли да бъдат ефективни само ако са ясни акустичните характеристики на различни биологични видове. Ясно е, че естествените ареали на животинските видове са неудобни за научни измервания с човешко присъствие. В този аспект, темата на дисертационния труд е особено актуална, тъй като предлага дистанционен мониторинг на даден животински вид без да се налага пряката намеса на човека.

Информацията събрана чрез акустичните емисии, дава възможност за гъвкава обработка и реакция от страна на научната общественост, предлага възможност за мащабиране и споделяне на резултатите. Освен това, избраният подход позволява автоматизиране на изследванията и анализирането им чрез похвати от областта на изкуствения интелект.

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

Обемът на дисертационния труд е 120 страници, разпределени в четири глави. Прави впечатление задълбоченият и прагматичен подход на дисертантката към проблема. В тази работа се използват умело термини и методики, които пряко касаят, както разглеждания проблем, така и конкретните задачи, които са поставени. Изследваният проблем е разгледан многопластово, като са посочени ключови подходи и техники за обработка на биоакустичните сигнали: филтрация, параметризация, сегментация, различни типове преобразувания и пр. Особено внимание дисертантката е обърнала на невронните мрежи и машинното обучение, като методики за разпознаване на събития и автоматизация на обработката им при анализ на биоакустични сигнали, което придава завършен вид на труда.

С оглед на всичко това считам, че дисертантката е проучила много добре изследвания проблем и е подходила творчески за постигането на основната цел.

## ***3. Избраната методика на изследване може ли да даде отговор на поставената цел и задачи на дисертационния труд.***

За решаването на поставените задачи е използван подход, който включва анализ и обработка на биоакустични сигнали, чрез различни методи а именно:

- обработка посредством филтриране, сегментиране и конволюция с прозоречни функции.
- параметризация чрез съпоставянето на време-честотната информация за локализация на енергията на сигнала (спектрограма).
- определяне на характеристичната мелодия на птичи вокализации.
- автоматизирано извличане и параметризиране на характеристичната крива на акустични събития.
- машинно обучение за автоматизирано разпознаване на типовете срички на птичите вокализации.

Всички тези похвати формират един мощен инструмент за обработка на широка гама от сигнали и считам, че чрез тях могат да бъдат решени поставените от докторантката задачи.

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

Представената дисертационна работа разглежда реален практически проблем, във връзка с който са извършени задълбочени изследвания на биоакустични сигнали. Умело е използвана аудио спектрограмата като основен инструмент за установяване на характеристичната мелодия на

животински видове с ясно изразена хармонична съставка. Създава се ясна параметрична рамка на изследвания сигнал. Методиката е апробирана чрез сравнение между биоакустични емисии от пойни птици и други животински видове, издаващи звуци с изявена хармонична структура.

Предложена и валидирана е методика за автоматизиране на параметризацията и за интерполация на характеристичната крива на биоакустичните емисии, както и за разпознаване на специфични срички, получени при сегментирането на общия сигнал. Методиката е обезпечена и тествана в програмната среда на Matlab и дава много добри резултати с възможност за доразвиване и усъвършенстване.

Всичко това придава на заявените приноси практическа насоченост и достоверност на представения труд.

### ***5. Приноси на дисертационния труд.***

Приносите в дисертационния труд са от научно-приложен и приложен характер. Научно-приложните приноси са:

1. Създаден и валидиран е метод за определяне траекторията на доминиращия честотен компонент, определящ характеристичната мелодия на птичи вокализации с ясно изразена хармонична съставна, регистрирани в дивата природа.

2. Създаден и валидиран е метод за параметризиране на характеристичната мелодия на птичи вокализации, използващ сума от Гаусови функции (Gaussian Mixture Models, GMM), за да се интерполират отделните сегменти от характеристичната крива, за всяко акустично събитие.

3. Създаден и валидиран е метод за автоматизирано разпознаване на типовете срички на птичите вокализации, с точност до 98%.

Заявените приложни приноси са:

1. Създадено е програмно осигуряване за предложените методи.

2. Проведени са експериментални изследвания за определяне на оптималните параметри на моделите.

3. Проведени са числови симулации за оценка работоспособността на предложените методи.

### ***6. Оценка на степента на лично участие на дисертанта.***

В този дисертационен труд е извършен обширен анализ на съществуващите методики за обработка на биоакустични сигнали, като са направени сравнения между тях. Авторката е предложила собствен поглед върху проблематиката, като е предложена методика за анализ и автоматично

разпознаване на биоакустични сигнали. Извършен е експеримент и получените резултати са сравнени с подобни известни до момента методики. Всичко това безспорно представлява личен принос на дисертантката и е резултат от работата ѝ под ръководството на нейния ръководител.

#### ***7. Преценка на публикациите по дисертационния труд.***

Към дисертационния труд са приложени седем статии. Пет от тях са публикувани в научни списания, а две в сборници от международни конференции. В шест от докладите дисертантката е първи автор. Две от статиите са самостоятелни, а пет са в съавторство с научния ѝ ръководител. Прави впечатление, че само една от представените статии е с повече от два автора. Всичко това е атестат за значителен дял на дисертантката в работата по представените разработки. Два от седемте доклада са публикувани във форуми с индексация в Scopus, което е добър индикатор за начало на научно израстване.

#### ***8. Оценка на резултатите от дисертационния труд и постигнатия ефект от тях.***

Авторката на дисертацията декларира при експерименталната апробация на предложената методика, че е постигната автоматична разпознаваемост на типовете срички на птичите вокализации с точност до 98%. Създадено е програмно обезпечение на предложената методика и са проведени симулации за оценка на нейната функционалност. Няма изявени претенции за получен ефект от разработената методика в реални условия.

#### ***9. Мотивирани препоръки за бъдещо използване на научните и научно-приложните приноси.***

Като бъдеща работа в тази област и продължение на настоящата разработка, би могло да се помисли за експериментиране и апробиране на методиката за автоматично разпознаване на биологични видове в реални условия в природата, както и за разработване на по-тясно специализиран софтуер за конкретна реализация на заложения алгоритъм.

#### ***10. Анализ на оформлението на автореферата.***

Авторефератът е разработен съгласно изискванията на ТУ-Варна. Той изчерпателно, точно и в кратък вид отразява същността на дисертационния труд, неговите резултати, поставени задачи и приноси.

#### ***11. Критични бележки по дисертацията.***

Много от забележките направени за вътрешна защита са отстранени. Приложеният труд е добре форматиран и нагледно отразява работата. Бих

препоръчал по-голяма яснота при визуалното представяне на апроксимацията на характеристичната мелодия.

**12. Други въпроси, по които рецензентът счита, че следва да вземе отношение.**

Постигнатите резултати от дисертантката в предложения труд имат възможност за бъдещо развитие в хода на съвременните директиви, за опазване на биологичните видове в природата, за развитие на алгоритмите за разпознаване на видове и индивиди чрез специализиран софтуер в областта на изкуствения интелект. Може да се помисли и за работа по внедряването на методиката в съществуващи мрежи за разпознаване и оповестяване.

**Заключение**

След направения анализ на предоставения ми дисертационен труд, задълбочените изследвания в него, както и реализирането на поставените задачи и постигнатите научно-приложни и приложни приноси от дисертантката считам, че представената ми за предварителна рецензия работа отговаря на изискванията и критериите за получаване на образователна и научна степен „доктор”. Научният труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в ТУ-Варна.

Предлагам на научното жури да присъди образователната и научна степен „доктор” на **маг. инж. Пролет Стойчева Денева.**

гр. Варна  
04.10.2022

Рецензент:.....  
/доц. д-р Ивайло Неделчев/