

## **Справка за приносите в дисертацията**

**Дисертационен труд: Адаптивна невронна мрежа за обработка на сателитни данни с различни пространствени и спектрални характеристики**

**Автор: Венцислав Юриев Полименов**

В дисертационния труд са получени следните научни, научно-приложни и приложни приноси:

### **Научни приноси:**

1. Разработен е мулти-сензорен модел за дълбоко самообучение, интегриращ U-Net, Conditional Batch Normalization и Atrous Spatial Pyramid Pooling в единна архитектура за сензорно-инвариантно обучение без предварително уеднаквяване на входните данни. Подходът е валидиран със Sentinel-2 и Landsat 8/9 при оценка на индекса на листна маса (LAI).
2. Предложен е метод за балансиране на обучението при мулти-сензорни данни чрез аугментация и изравняване на участието на отделните сензори в рамките на обучителните епохи. Идентифициран е режим на деградация при дисбаланс в броя обучителни примери, при който мажоритарният сензор доминира и ограничава междусензорната обобщаваща способност. Балансирането на участието на сензорите осигурява стабилна работа на Conditional Batch Normalization и сензорно-инвариантно обучение при неравномерно разпределени данни.
3. Разработена е методология за генериране на псевдо-еталонни LAI данни чрез ансамблово комбиниране на Beer-Lambert трансформирани вегетационни индекси (NDVI, GNDVI и SAVI). Избраните индекси осигуряват допълваща чувствителност към плътността на растителната покривка, съдържанието на хлорофил и почвения фон, като същевременно са сензорно-агностични спрямо Sentinel-2 и Landsat 8/9. Подходът позволява обучение на дълбоки невронни модели при липса на мащабни полеви измервания.
4. Предложена е многостепенна рамка за валидация на модели за оценка на LAI при кръговост в обучителните етикети, базирани на вегетационни индекси. Рамката интегрира пет нива: (1) пространствена блокова кръстосана валидация върху 4×4 географска мрежа, (2) сравнение с оперативни продукти (SNAP Biophysical Processor), (3) физически базирана проверка чрез PROSAIL, (4) анализ на географска и времева преносимост чрез zero-shot трансфер и междусензорна съгласуваност, (5) сравнителен анализ спрямо емпирични вегетационни индекси и техния ансамбъл. Подходът осигурява възпроизводим протокол за валидация без пространствено изтичане на данни, оценяващ статистическата устойчивост, физическата съгласуваност и пространствено-времевата генерализация.

### **Научно-приложни приноси**

5. Реализирана е цялостна методология за оценка на индекса на листна маса (LAI) от мулти-сензорни сателитни данни върху земеделски райони в България, базирана на свободно достъпни изображения от Sentinel-2 и Landsat 8/9.
6. Експериментално е доказано, че предложеният мулти-сензорен модел превъзхожда едносензорните подходи и класическите вегетационни индекси, като при пространствено строга валидация са постигнати значителни подобрения на точността при оценката на LAI.
7. Демонстрирана е възможност за географска и времева генерализация на предложения модел чрез успешно прилагане върху независими региони и изображения, придобити в различни периоди без допълнително обучаване.

### **Приложен принос:**

8. Разработена е интегрирана изчислителна рамка за обработка на многоспектрални сателитни изображения, обучение на дълбоки невронни модели и генериране на пълносценни карти на LAI върху високопроизводителна инфраструктура. Извеждането на резултати от цели сцени се осъществява чрез плъзгащ се прозорец с безшевно сливане на припокриващи се фрагменти, което осигурява непрекъснати изходни карти за ландшафтен мониторинг.

Дата 30.04.2026 г.

Подпис .....