



**СТЕФАН КОСТАДИНОВ СТЕФАНОВ**

**ИНОВАТИВНИ МЕТОДИ ЗА ПОДПОМАГАНЕ ВЗЕМАНЕ НА РЕШЕНИЯ**  
**ПРИ ГОРСКИ ПОЖАРИ ИЛИ НАВОДНЕНИЯ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на дисертация  
за придобиване на образователната и научна степен „доктор“  
по докторска програма научна специалност „Информатика“  
професионално направление 4.6 Информатика и компютърни науки

Научен ръководител:

доц. д-р Нина Добринкова

София, 2021 г.

Дисертацията е обсъдена и допусната до защита на разширено заседание на секция "Протокол №10" на ИИКТ-БАН, състояло се на 30.10.2020 г.

Дисертационният труд е структуриран в увод, изложение от четири глави, заключение, декларация за оригиналност на резултатите, списък на публикациите по дисертационния труд и библиография. Дисертационният труд е в обем от 122 страници, 57 фигури и 5 таблици, 107 цитирани литературни източника и 6 приложения.

Защитата на дисертацията ще се състои на .....г. от ..... часа в зала ..... на блок ..... на ИИКТ-БАН на открито заседание на научно жури в състав:

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

Резервни членове:

1. ....
2. ....

Материалите по защитата са на разположение на интересувашите се в стая 215 на ИИКТ-БАН, ул. "Акад. Г. Бончев", бл. 25А.

Автор: Стефан Костадинов Стефанов

Заглавие: Иновативни методи за подпомагане вземане на решения при горски пожари или наводнения

# I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

## Актуалност на проблема

Свързани с климата събития като наводнения, бури, горещи вълни, снеговалежи и суши представляват близо деветдесет процента от всички големи бедствия през последните две десетилетия. България е изложена на редица природни заплахи като наводнения, свлачища, земетресения, горски пожари, суши, силни ветрове, силни снеговалежи, екстремни температури и градушки. Причинените от тези явления бедствия имат неблагоприятни икономически въздействия върху страната. Съгласно Националния статистически институт (НСИ) на България, природни бедствия и пожари са причинили щети за близо 1 млрд. щ.д. от 2010 г. до 2019 г. В рамките на този период са изразходвани над 600 млн. щ.д. за възстановяване, а други над 100 млн. щ.д. са вложени за спасителни и аварийни дейности. Очаква се рисковете от бедствия, пред които е изправена страната, да се увеличат предвид нарастващата урбанизация и индустриално развитие и изменението на климата. По тази причина разработването на иновативни методи за подпомагане вземане на решения при природни бедствия играе важна роля за устойчивото развитие на страната.

От доклада на Европейската комисия (ЕК) през 2018 г. горските пожари са засегнали повече държави от когато и да било. Тези пожари в значителна степен се отразяват и върху екологичното равновесие на планета. Данните показват, че по отношение на някои от индикаторите за възникване на горски пожари в България са достигнати и дори превишени многократно средните стойности, характерни за Средиземноморския район [1].

Съгласно международната база данни на бедствията „EM-DAT“, от 1977 г. насам в България са регистрирани 45 големи бедствия, като повече от 85 процента от тях са свързани с метеорологични явления. Тези бедствия причиняват преки щети в размер на над 1,4 млрд. щ.д. Наводненията и екстремните температури са най-често срещани, като наводненията са отговорни за най-големия дял преки щети и засегнато население. Наводненията причиняват огромни щети върху обществени и частни сгради и обекти на културното наследство, разрушават или повреждат мостове, диги и язовирни стени, нарушават системите за доставка на питейна вода, задействат свлачища и заливат земеделски земи.

Географските Информационни Системи (ГИС) са модерни, многофункционални, компютърно базирани технологии, които не само визуализират обекти от географското пространство чрез цифрово картографиране, но и позволяват интегриране и анализ на интердисциплинарни атрибути данни в географски контекст. Така се превръщат в мощен инструмент при планиране, проектиране и вземане на управленски решения във всички обществени сфери и бизнес с различен характер и мащаб. Едно от приложенията на ГИС технологиите е картиране и картографиране и изработване на специализирани карти на районите с риск от наводнения и карти на заплахата от наводнения, пожари и др. природни бедствия [2].

*Актуалността на темата* се обуславя от една страна от представените данните за огромните щети, които нанасят горските пожари и наводнения на икономиките, флората, фауната и човешкото здраве в световен мащаб и от друга страна от възможностите на ГИС за създаване на приложения, които да подпомагат вземането на решения в случаи на горски пожари и наводнения.

## **Обект и предмет на изследването**

**Обектът** на изследване са иновативни методи за създаване на Уеб ГИС приложения за горски пожари и наводнения.

**Предмет** на изследване са софтуер и софтуерни инструменти с отворен код за разработване на информационна система ИС подпомагаща вземането на решения в случай на горски пожари или наводнения.

## **Цели и задачи**

**Целта** на дисертационната работа е:

- *на теоретично ниво* - да се проучат методи за разработване на уеб ГИС приложения и се представи методология за разработване на ИС, подпомагаща вземането на решения в случаи на горски пожари или наводнения.
- *на емпирично ниво* - да се разработи и апробира ИС, която да подпомага вземането на решения в случаи на горски пожари или наводнения.

Могат да се систематизират следните научни задачи:

1. Теоретичен анализ на основни понятия свързани с разработване на ИС, подпомагаща вземането на решения при горски пожари или наводнения - горски пожари, наводнения и Географски информационни системи (ГИС).

2. Представяне на методология за създаване на ИС подпомагаща вземането на решения при горски пожари или наводнения;

3. Разработване на ИС, подпомагаща вземането на решения при горски пожари или наводнения.

4. Събиране, анализиране, оценяване и обработване на наличните геопространствени данни за горски пожари и наводнения;

5. Избор на подходящи софтуерни решения за разработване на уеб ГИС приложения, във връзка с наличните уеб ГИС софтуерни продукти с отворен код, по отношение на между-

платформено интегриране със стабилно осигуряване на оперативна съвместимост на геопространствени данни;

6. Апробиране на разработената ИС, подпомагаща вземането на решения при горски пожари възникнали в района на ДГС „ Златоград“ .

7. Апробиране на разработената ИС, подпомагаща вземането на решения за риск от наводнения в район Сюник, град Капан в Армения.

## **Методи**

Тъй като темата на дисертационния труд налага прилагането на интердисциплинарен подход при провеждане на изследванията, за изпълнение на изследователските задачи са използвани следните методи:

1) *на теоретично равнище:*

- библиографичен;
- сравнителен;
- описателен;
- математически методи.

2) *на емпирично равнище:*

- количествен;
- анализ, синтез, обобщение;
- моделиране.

## **II. ОБЕМ И СТРУКТУРА**

Дисертационният труд е структуриран в увод, изложение от четири глави, заключение, декларация за оригиналност на резултатите, списък на публикациите по дисертационния труд и библиография. Дисертационният труд е в обем от 122 страници, 57 фигури и 5 таблици, 107 цитирани литературни източника и 6 приложения.

## **III. СЪДЪРЖАНИЕ**

**В увода** е изяснена актуалността на проблема и са представени методическите параметри на дисертационния труд, структурата, обектът, предметът, целите и задачите.

### **ГЛАВА 1. Обща информация за пожари и наводнения, статистика и подобни приложения**

**В първа глава** е направен теоретичен анализ на понятията, включени в дисертационното изследване: горски пожари, наводнения, Географска информационна система, Европейската информационна система за горските пожари (EFFIS), Усъвършенстваната пожарна информационна система (AFIS) и Европейска информационна система за наводненията (EFAS). Представени са официални статистически данни за пожари в периода от 2009 до 2018 година и за наводнения в периода от 2010 до 2019 година в България.

#### **Основни изводи към глава 1:**

1) Въз основа на направения обзор на горските пожари и наводнения в България от предоставения доклад на JRC за пожарите и НСИ за наводненията може да се направи заключението, че се налага използване на ГИС за картографиране, моделиране и визуализиране на тези природни бедствия.

2) С развитието на ГИС технологиите се предоставят възможности за анализ и визуализация на геопространствени данни при възникване на природни бедствия, в частен случай на наводнения и горски пожари.

От разгледаните системи (EFFIS, AFIS, EFAS), [3,4,5] за следене на горски пожари и наводнения базирани на сателитни изображения, може да направим заключение, че е необходимо изграждането на подобни системи и на локално ниво, за визуализиране на геопространствени данни.

### **ГЛАВА 2. Методология за разработване на информационна система, подпомагаща вземането на решения в случаи на горски пожари или наводнения**

**Във втора глава** е представена методология за разработване на ИС подпомагаща вземането на решения при горски пожари или наводнения. Разгледани са два модела, които са базови за разработване на Уеб ГИС приложението: „Модел симулиращ развитието на горски пожари“, „Емпиричен модел с изграждане на дигитален модел на терена за речното корито и заобикаляща геометрия на зоната“. Предложени са „Архитектура с отворен код за разработване на уеб ГИС приложение“ (Фигура 1).

За разработването на уеб ГИС приложение са необходими следните компоненти (Фигура 1):

- Пространствени Бази от данни, които могат да осигурят случаен достъп до огромен набор от данни, обработка на заявки свързани с пространствените взаимовръзки. Софтуер, който може да осигури редактиране и визуализиране на данни от базата данни, както и управление, качествен контрол на данните.
- Картографски софтуер, четящ пространствени данни от базата данни, прилагащ правила за оформяне и извеждане на картинни изображения.
- Сървър, предоставящ програмна рамка за персонализиране на приложения. Сървърът на картата съхранява предварително създадените плочки от изображения и ги обслужва бързо, за да направи опресняването на картата по-бързо.
- Уеб компонент, който може да осигури визуализация на картите в уеб браузъра и да създава заявки към сървъра.



Фигура 1. Архитектура с отворен код за разработване на уеб ГИС приложение

„Концептуален модел на ИС подпомагаща вземането на решения при горски пожари или наводнения“ е представен на (Фигура 2).

Този модел е разработен на предложената архитектура с отворен код за разработване на Уеб ГИС приложения. Той включва следните модули:

- уеб ГИС приложение;
- OpenWeatherMaps връзка с метеорологични данни;
- EFFIS/EFAS връзка към сателитни данни;
- модул за интерактивно обучение.



**Фигура 2. Концептуален модел на ИС подпомагаща вземането на решения при горски пожари или наводнения**

#### **Основни изводи към глава 2:**

1) Въз основа на представените модели е разработена методологията за изграждане на ИС, подпомагаща вземането на решения в оперативна зала или на терен при горски пожари или наводнения.

2) Методологията включва: създаване на геопространствени данни, архитектура с отворен код за разработване на уеб ГИС приложение и концептуален модел на ИС подпомагаща вземането на решения в оперативна зала в случай на горски пожари и наводнения.



3) „Моделът на Ротермел“ е избран за теоретична основа на симулациите на горски пожари, които ще бъдат представени в следващата глава.

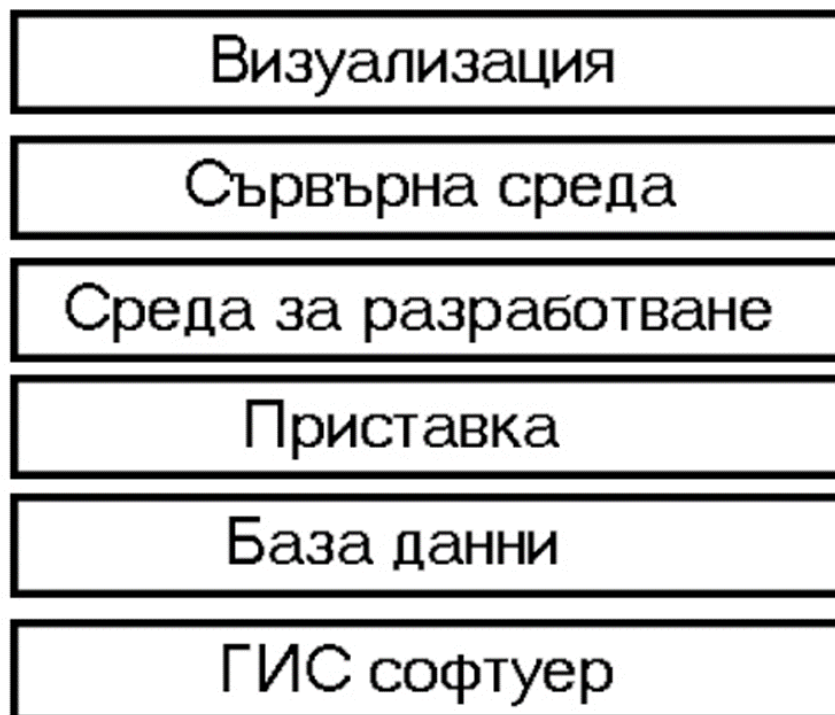
4) Теоретичната обосновка на информационната система подпомагаща вземането на решения при риск от наводнения използва емпиричен модел с изграждане на дигитален модел на терена за речното корито и заобикаляща геометрия на зоната.

### ГЛАВА 3. Архитектура на Уеб ГИС приложение

В трета глава е представена архитектура и софтуерна реализация на Уеб ГИС приложение, което е част от ИС подпомагаща вземането на решения при горски пожари или наводнения.

Уеб ГИС приложението е представено на Фигура 3, което е част от информационна система, подпомагаща вземането на решения в случаи на горски пожари или наводнения. Приложението се състои от шест слоя:

- Първият слой е ГИС софтуер, чрез който се обработват данните, получени след направени симулации по метода за пожарите на Ротермел и за наводнения по емпиричен модел с изграждане на Digital Terrain Model за речното корито и заобикалящата геометрия на зоната.



Фигура 3 Архитектура на Уеб приложение

- Вторият слой представлява база от данни за съхранение на геопространствени данни. Географската база данни по същество се различава от другите бази

данни единствено по това че притежава пространствена обособеност и в този смисъл се отнася към конкретна територия. Обектите в нея имат конкретно местоположение и притежават и пространствени взаимовръзки.

- Третият слой е приставка, позволяваща конвертиране на данни във GeoJson файлов формат.
- Четвъртият слой е среда за разработка на Уеб ГИС приложението.
- Петият слой е сървърната среда.

Визуализацията в браузър се осъществява чрез библиотека за визуализация на геопространствени данни в Уеб, което изгражда шестият слой.

#### ***Софтуерна реализация на уеб ГИС приложението***

За реализиране на предложената архитектура за разработване на уеб ГИС приложението, което е част от ИС подпомагаща, вземането на решения в оперативна зала в случаи на горски пожари и наводнения са използвани следните софтуерни решения (Фигура 4):



**Фигура 4. Софтуерна реализация на Уеб ГИС приложението**

#### **1) QGIS софтуер**

QGIS е ГИС софтуер с отворен код ,чрез който се визуализират, управляват, редактират, анализират данни [6].

QGIS включва:

- аналитична функционалност чрез интеграция с GRASS (Система за поддръжка на географски ресурси за анализ),
- SAGA (Система за автоматизирани геонаучни анализи),
- Orfeo Toolbox, GDAL / OGR (Библиотека за геопространствени данни за абстракция) и много други доставчици на алгоритми.

QGIS работи под Linux, Unix, Mac OSX и Windows и поддържа множество векторни, растерни и бази данни формати и функционалности.

## **2) База данни - PostgreSQL**

PostgreSQL е мощна, обектна релационна система с база данни с отворен код, която използва и разширява езика на SQL, комбиниран с много функции, които безопасно съхраняват и мащабират най-сложните натоварвания с данни и могат да съхраняват геопространствени данни [7]. PostgreSQL има възможност за:

- Геопространствено дефиниране на разнородни типове географски обекти с различна размерност -точка, линия и полигон.
- Многоизмерно индексирание на разнотипни геообекти с цел бързина на достъпа.
- Прилагане на геопространствени функции върху част от обектите, по отношение на запитвания за геопространствени характеристики и взаимоотношения.

## **3) Приставка за Qgis WebAppBuilder**

Приставката за Qgis WebAppBuilder предоставя възможност за конвертиране на растерни и векторни слоеве в geoJson файл, който е удобен и лек за използване [8].

## **4) Среда за разработване на ИС, подпомагаща вземането на решения в оперативна зала в случаи на горски пожари и наводнения**

Средата за разработка на ИС е Boundless WEBSDK, който предоставя инструменти и библиотеки за изграждане на приложения, базирани на JavaScript. Boundless WEBSDK използва рамката на JavaScript React (библиотека на JavaScript за изграждане на потребителски интерфейси), за да предостави модулни компоненти, които могат да се използват за разработка на уеб базирани приложения [9].

### **Основни изводи към глава 3:**

- 1) Описана е архитектурата на Уеб ГИС приложението, което е част от ИС, подпомагаща вземането на решения в оперативна зала или на терен при горски пожари или наводнения.

2) Представена е софтуерна реализация на въпросното уеб ГИС приложение

3) Представена е методика за изграждане на уеб ГИС приложение, която включва конвертиране на геопространствени данни в geoJSON файлов формат, програмиране с програмните езици JavaScript, HTML и CSS, които осигуряват цялостната функционалност на ИС както и визуализация на данни за горски пожари или наводнения.

## ГЛАВА 4. Приложение в практиката

В четвърта глава са представени и апробирани ИС за подпомагане вземането на решения при горски пожари в района на ДГС „Златоград“ (Фигура 5) и при риск от наводнения в района Сюник, Армения (Фигура 8).

*Уеб приложение подпомагащо вземането на решения в случаи на горски пожари*

*Обща информация за тестовата зона ДГС „Златоград“ и реализация на приложението за горски пожари*

Приложението на ИС, подпомагаща вземането на решения в оперативна зала в случаи на горски пожари е фокусирано върху специфични тестови зони. Тези зони обхващат територии от Натура 2000 [10], разположени в общините Златоград [11], Мадан [12] и Неделино [13]. Информационната система е разработена в рамките на Трансграничен проект по INTERREG V-A „Гърция-България 2014-2020“, наречен: „Защита на биологичното разнообразие в обектите на НАТУРА 2000 и други защитени зони от природни опасности чрез сертифицирана рамка за трансгранично образование, обучение и подкрепа на доброволци от гражданската защита, базирани на иновации и нови технологии “ със съкращение: eOUTLAND, (МИС КОД 5011437 и рег. номер 1672), [14].

*Описание и реализация*

При стартиране на Уеб приложението от index.html се отваря началният екран на ИС (Фигура 5), който е разработен с програмен код представен в Приложение 2 и Приложение 3.

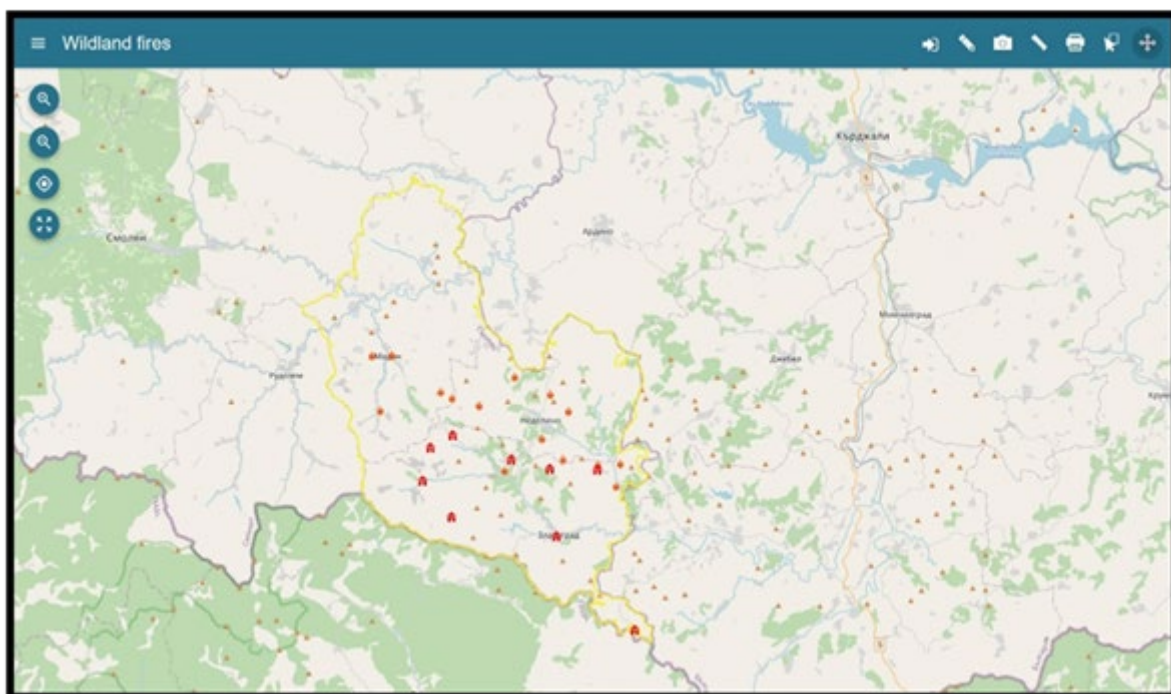


**Фигура 5. Главно меню на Уеб приложението**

*От главното меню може да се изберат следните бутони:*

- Wildland fires;
- Weather forecast;
- Current situation EFFIS;
- Training.

*От бутон „Wildland fires“ се стартира уеб приложението подпомагащо вземането на решения в оперативна зала в случай на горски пожари (Фигура 6).*



**Фигура 6. Основен екран на Уеб приложението „Wildland fires“**

Основни функционалности на Уеб приложението за горски пожари:

- **Основно меню** –разположени са различните предефинирани слоеве. които се визуализират в приложението. Те може да бъдат включвани, изключвани, сваляни, да се променя тяхната прозрачност, да се приближава до местоположението на избрания слой, да се променя редът им и чрез влачене и пускане може да се визуализира нов слой предефиниран от потребителя. Приложението разполага с функция за търсене обекти, места, населени места и др. В приложението са вградени Базови слоеве, които са с отворен код, като OpenStreet карти, сателитни карти и др., като могат да бъдат превключвани спрямо изискванията на потребителя.
- **Функция за приближение** – с помощта на бутона потребителя има възможност да приближава към обекта на неговия интерес.
- **Функция за отдалечаване** – с помощта на бутона потребителя има възможност да се отдалечава от обекта на неговия интерес.
- **Функция за геолокация** - въз основа на местоположението на мрежата, тази функция визуализира местоположението на устройството, което използва приложението.
- **Мащабиране** – тази функция дава възможност на потребителя да се върне към оригиналния мащаб, зададен в приложението.
- **Функция за вход** – дава възможност на потребителя да влезе в системата и да качва нови файлове, съдържащи ГИС слоеве.

- **Функция за чертане** – дава възможност на потребителя бързо да добави нов обект точка (пожар) или полигон (зона на пожара) към съществуващ слой, който да се изобрази в реално време.
- **Функция за експортиране на карта в .png формат**
- **Функция за измерване** – дава възможност на потребителя да измерва разстоянието между две или повече точки както и да пресмята размера на избраната зона на изследване.
- **Функция за печат** – дава възможност за бързо разпечатване на карта на хартиен носител.
- **Функция за избиране** – дава възможност на потребителя да избира от различните функции на слоевете както и да премахва избора.
- **Функция за навигиране** – тази функция позволява по-лесно приближение, отдалечаване и местене на картите при мобилни устройства.

Работа със слоеве включва избор на подложка /базов слой/ като базовите слоеве могат да бъдат избирани от потребителя.

Уеб приложението разполага с набор от предварително дефинирани слоеве, които предоставят различен вид данни, които могат да помогнат на потребителите да получат информация за предишни пожари в района както и пожарните зони.

Освен това уеб приложението предоставя информация за хранилища за противопожарни материали, както и какви инструменти са включени в тях за борба с пожари. Редът на слоевете може да бъде променен в реално време, чрез влачене.

Предварително дефинирани слоеве могат да бъдат изключени или включени според различните нужди на потребителите. Прозрачността им също може да бъде променена.

*Работата със слоеве включва:*

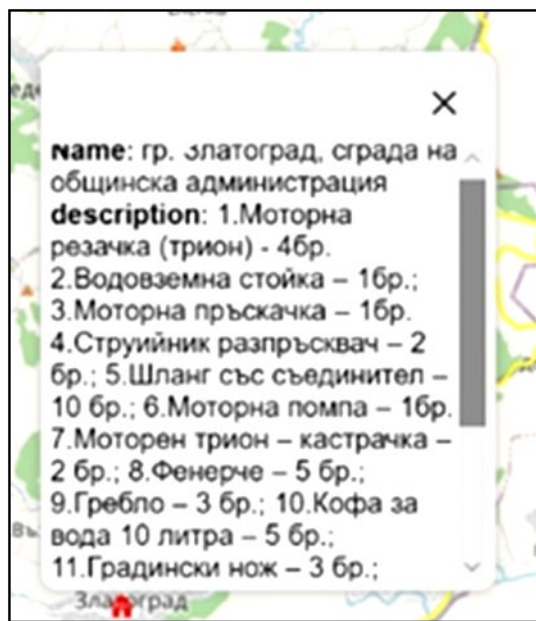
1. Приближение – бутонът дава възможност на потребителя да навигира до избрания слой, като при натискане екранът максимално детайлно се приближава до избрания слой;

2. Включване – този бутон позволява на потребителя да включва или изключва даден слой в зависимост от нуждите;

3. Допълнително меню – бутонът отваря допълнителни функционалности при работата със слоеве, отваряйки под меню състоящо се от:

- Прозрачност – бутонът дава възможност на потребителя да определя прозрачността на слоевете;
- Сваляне – бутонът дава възможност на потребителя да сваля избраният слой, като използва функцията за чертане за регистриране на нов пожар на устройството си;
- Филтриране - бутонът дава възможност на потребителя да избира точно какви данни иска да визуализира от дадения слой.

В Уеб приложението има Pop up функция (Фигура 7) като при маркиране на обект (хранилище за противопожарни материали и инструменти) от картата се визуализират необходимите данни на групите огнеборци или доброволци, опериращи на терен или в оперативна зала.



**Фигура 7. Хранилище за материали и инструменти**

Тези данни дават по детайлна информация за местоположението, вида на материалите и инструментите и наличността им, за да могат екипите от доброволци и пожарникари работещи на терен да видят най-близкото хранилище до мястото на пожара.

На Фигура 7 се визуализира информация за местоположението, материалите и инструментите за борба с горски пожари, които се съхраняват в избраното хранилище.

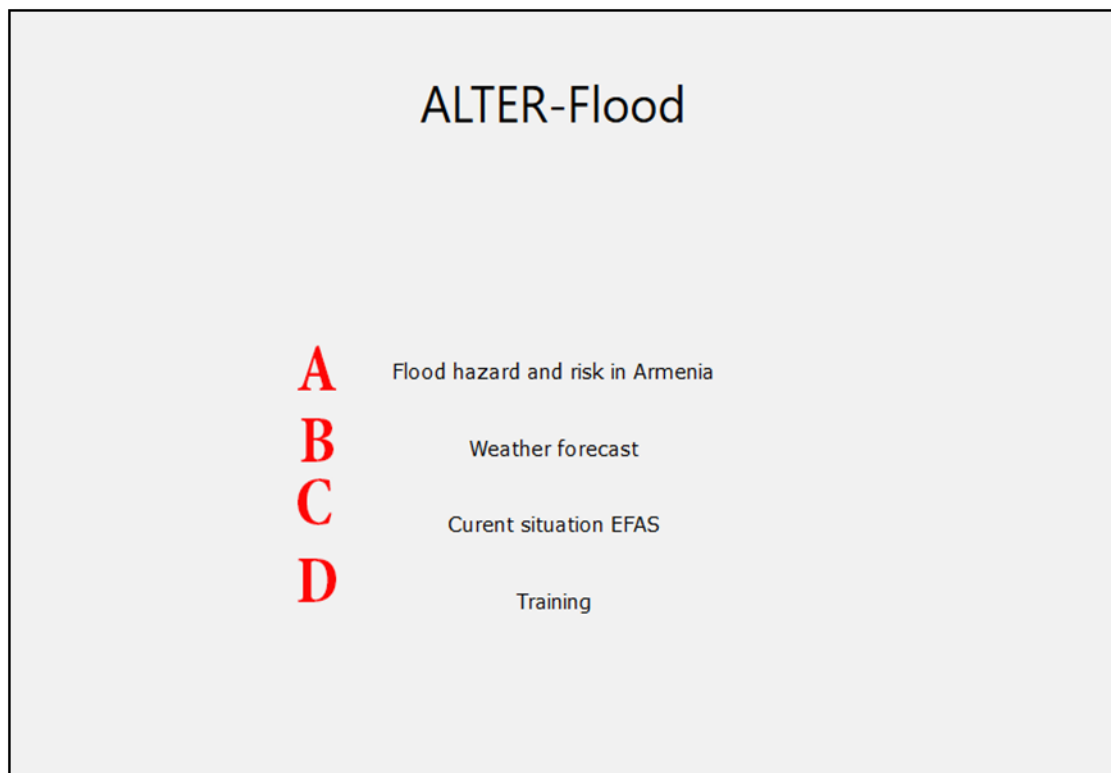
Работата с ИС, подпомагаща вземането на решения в оперативна зала и на терен в случаи на горски пожари позволява на огнеборците или доброволческите отряди при възникване на горски пожар да получават информация за местоположението на хранилищата с наличните противопожарни материали. ИС позволява регистриране на пожар чрез функция за чертане като за по-голяма точност се използват GPS координати на устройството, което използват.

Уеб приложението на ИС, подпомагаща вземането на решения в оперативна зала в случаи на наводнения е фокусирано върху специфични тестови зони. Те обхващат язовирът Геги и хвостохранилището Гегануш в Армения. То е разработено в рамките на DG ECHO проект: “Alliance for disaster Risk Reduction in Armenia” with acronym: ALTER and Grand Number: 783214 [15].

Данните за разработване на ИС, подпомагаща вземането на решения в случаи на наводнения в район „Сюник“ в Армения са предоставени от Американският университет в Армения и Институтът по Геоложки науки (Армения), те са налични и в техните бази данни.



При стартиране на ИС от index.html се отваря началният екран на ИС (Фигура 8).



**Фигура 8. Начален екран на Уеб приложението за наводнения**

*От главното меню може да се изберат следните бутони:*

- Flood hazard and risk in Armenia;
- Weather forecast;
- Current situation EFAS;
- Training.

*От бутон „Flood hazard and risk in Armenia“ се стартира уеб приложението, подпомагащо вземането на решения в оперативна зала в случаи на наводнение*

Приложението за наводнения има за цел да визуализира как ще се разпространи приливната вълна в случай на наводнение. То показва най-уязвимите сгради като училища, детски градини и т.н. Приложението предоставя информация за най-близките и застрашени сгради. Така то предоставя необходимите данни и информация на групите на място, които ще им бъдат от полза при реагиране и вземане на решения в случай на наводнение.

Основни характеристики на приложението за наводнения е показано на Фигура 9.



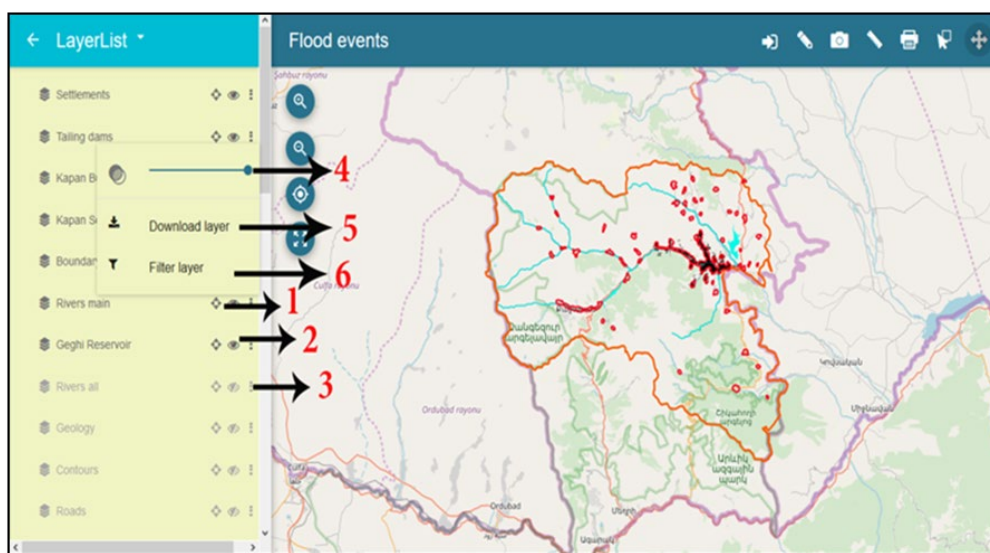
**Фигура 9. Основен прозорец на приложението за наводнения**

1. Функция за приближение – с помощта на бутона потребителя има възможност да приближава към обекта на неговия интерес.
2. Функция за отдалечаване – с помощта на бутона потребителя има възможност да се отдалечава от обекта на неговия интерес.
3. Функция за геолокация - въз основа на местоположението на мрежата, тази функция визуализира местоположението на устройството, което използва приложението.
4. Мащабиране – тази функция дава възможност на потребителя да се върне към оригиналния мащаб зададен в приложението.
5. Основно меню – тук са разположени различните предефинирани слоеве които се визуализират в приложението. Те може да бъдат включвани, изключвани, сваляни, да се променя тяхната прозрачност, да се приближава до местоположението на избрания слой, да се променя редът им и чрез влачене и пускане може да се визуализира нов слой, предефиниран от потребителя. Приложението разполага с функция за търсене обекти, места, населени места и др.
6. Функция за чертане – дава възможност на потребителя бързо да добави нов обект (заливна зона) към съществуващ слой, който да се изобрази в реално време или да бъде запаметен за по-късни анализи.
7. Функция за снимка – дава възможност за експортиране на карта във формат на снимка.

8. Функция за измерване – дава възможност на потребителя да измерва разстоянието между две или повече точки, както и да пресмята размера на избраната зона на изследване.
9. Функция за избиране – дава възможност на потребителя да избира от различните функции на слоевете и също и да премахва избора.
10. Функция за лесно навигиране – тази функция позволява по-лесно приближение, отдалечаване и местене на картите при мобилни устройства

Базовите слоеве могат да бъдат променени спрямо изискванията на потребителя. Предварително дефинирани слоеве: те могат да бъдат изключени или включени според различните нужди на потребителите. Прозрачността им може да бъде променяна. Приложението разполага с богат набор от предварително дефинирани слоеве, които предоставят различен вид данни, които могат да помогнат на потребителите да анализира текущата ситуация или да прегледат различни сценарии за развитието на приливната вълна в случай на разкъсване на язовирна стена. Редът на слоевете може да бъде променен в реално време, чрез влачене.

*Работа със слоеве (Фигура 10):*



**Фигура 10. Работа със слоеве**

1. Приближение – бутонът дава възможност на потребителя да навигира до избрания слой, чрез приближаване до него.
2. Включване – този бутон позволява на потребителя да включва или изключва даден слой в зависимост от нуждите.
3. Допълнително меню – бутонът отваря допълнителни функционалности при работата със слоеве, отваряйки под меню състоящо се от:
  - а. Прозрачност – бутонът дава възможност на потребителя да определя прозрачността на слоевете;

- b. Сваляне – бутонът дава възможност на потребителя да свали избраният слой, като използва функцията за чертане за очертаване на наводнена зона на устройството си;
- c. Филтриране - бутонът дава възможност на потребителя да избира точно какви данни иска да визуализира от дадения слой.

ИС, подпомагаща вземането на решения в оперативна зала в случаи на наводнения разполага с функция за изскачане на информационен прозорец при маркиране на обект от картата като най-уязвимите сгради в случаи на наводнения като училища, детски градини и др.

В информационният прозорец се визуализира детайлна информация за местоположението и вида на сградата, за да могат екипите на терен да преценят коя е най-близката уязвима точка в случай на наводнение.

#### **Основни изводи към глава 4:**

- 1) Апробирани са информационните системи, подпомагащи вземането на решения в случаи на горски пожари - ДГС „Златоград” и при риск от наводнения в район „Сюник“ в Армения.
- 2) Представени са функционалностите и възможностите на ИС, подпомагаща вземането на решения в случаи на горски пожари или наводнения.

## IV. ОСНОВНИ ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

### Научни и научно-приложни приноси

Основни научни приноси:

- 1) *Направен е анализ* на съществуващи Географски Информационни Системи (ГИС), както и сравнителен анализ на софтуер с отворен код - QGIS и комерсиален софтуер – Esri ArcGIS;
- 2) *Разработен е алгоритъм* за разработване на Информационни системи подпомагащи вземането на решения при горски пожари или наводнения с отворен код;

Основни научно-приложни приноси:

- 1) *Разработена и апробирана е методология* за работа с реални данни, които да визуализират параметри за релеф, метеорология, растителни видове и водни ресурси;
- 2) *Приложена е архитектура на уеб ГИС приложение*, което е реализирано със софтуерни продукти и инструменти с отворен код;
- 3) *Разработени и апробирани са Информационни Системи (ИС)* за подпомагане вземането на решения при горски пожари и наводнения.

### Насоки за бъдещи изследвания

Постигнатите резултати в дисертационната работа очертават следните насоки за бъдещи изследвания:

- 1) *Изследване на* възможностите предоставени от европейската програма Коперникус за сателитно наблюдение в частта ѝ за Emergency Management Services (Услуги за реакция при кризи).
- 2) *Допълване на* софтуерните приложения с отворен код, с алгоритми за оценка на риска при: критична инфраструктура и точки от интерес (Points of Interest) при различни критерии за опасност (vulnerability index assessment).
- 3) *Разработване на ГИС приложение* за визуализация на метео данни генерирани от чрез системата за наслагване и корекция на прогностични данни чрез GRIB, WRF, ECMF, EURO4 за прогнози и измерване на микроклиматични особености, прилагани в оперативен режим на MOS схеми и NOWCASTING при прогностични данни.

## V. АПРОБАЦИЯ НА РЕЗУЛТАТИТЕ И ПУБЛИКАЦИИ

Основните резултати, получени при разработката на дисертационната работа, са докладвани в четири публикации на специализирани международни конференции:

1. Dobrinkova N., Stefanov S. Open source GIS for civil protection response in cases of wildland fires or flood events. The 12th International Conference on Large-Scale Scientific Computations LSSC'19, (June 10 - 14, 2019, Sozopol, Bulgaria), Institute of Information and Communication Technologies Bulgarian Academy of Sciences, Large-Scale Scientific Computing. LSSC, 2019. Lecture Notes in Computer Science Springer, 11958, Springer, 2020, ISBN:978-3-030-41032-2, ISSN:1611-3349, DOI:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-41032-2\\_35](https://doi.org/10.1007/978-3-030-41032-2_35), 309-314, **SJR: 0.427**;

2. Dobrinkova N., Stefanov S. Desktop application developed by open source tools for optimizations in cases of natural hazards and field response. Studies in Computational Intelligence, 838, Springer, Cham, 2020, ISBN:978-3-030-22722-7, ISSN:1860-949X, DOI:<https://doi.org/10.1007/978-3-030-22723-4>, 17-30, **SJR: 0.215**;

3. Dobrinkova N., Stefanov S., Hadjitodorov S., Arakelyan A., Amirkhanian A., Barseghyan A., Mnatsakanian S., Drakatos G., Evangelidis Ch., Katsaros V., Boustras G.. Emergency planning and optimizations based on dam break flood risk maps visualized with open source web-GIS tool. 14th FEDERATED CONFERENCE ON COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION SYSTEMS FedCSIS 2019, (1-4 September, 2019, Leipzig, Germany), Leipzig University, Polish Information Processing Society, 2019, ISBN:978-83-955416-1-2, ISSN: 2300-5963, DOI: <http://dx.doi.org/10.15439/978-83-955416-1-2>, 309-314.

4. Stefanov S. Open source data for developing desktop application as part of eOUTLAND project. Proceedings of International Conference on Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering BdKCSE'2018, (21-22 November 2018), John Atanasoff Society of Automatics and Informatics, 2018, ISSN:2367-6450, p.71-p.79.

Изследванията в дисертационния труд са част от получените резултати на два международни научно-изследователски проекта:

1. Международен проект по програма за трансгранично сътрудничество по схемата на Интерперг „ТГС Гърция – България 2014-2020”: „Protecting biodiversity at NATURA 2000 sites and other protected areas from natural hazards through a certified framework for cross-border education, training and support of civil protection volunteers based on innovation and new technologies” with acronym: eOUTLAND, (MIS CODE 5011437 and reg. number 1672;


2. DG ECHO проект: “Alliance for disaster Risk Reduction in Armenia” with acronym: ALTER and Grand Number: 783214.

## **ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ**

Декларирам, че дисертацията съдържа оригинални резултати, получени при проведени от мен научни изследвания с подкрепата и съдействието на научния ми ръководител.

Резултатите, които са получени, описани и/или публикувани от други учени са коректно и подробно цитирани в библиографията.

Настоящият дисертационен труд не е прилаган за придобиване на научна степен в друго висше училище, университет или научен институт.

Подпис: 

## **БЛАГОДАРНОСТИ**

Изказвам своята искрена признателност и благодарност на научният си ръководител доц. д-р Нина Добринкова, за ценни напътствия, професионална компетентност и съдействие при подготовката на дисертационния труд. Благодаря и за неограничената морална подкрепа и проявено търпение.

## VII. ЛИТЕРАТУРА

- [1] JRS Technical report. Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2018, ISBN 978-92-76-11234-1 ISSN 1831-9424 doi:10.2760/1128.
- [2] Георгиева, А., Приложение на географски информационни системи за превенция на горски пожари. ВСУ „Черноризец Храбър“, <https://ejournal.vfu.bg/pdfs/Doklad%20A.%20Georgieva.pdf>
- [3] Европейската информационна система за горските пожари (EFFIS) - <https://effis.jrc.ec.europa.eu/>.
- [4] Усъвършенстваната пожарна информационна система (AFIS) - <https://www.afis.co.za/>.
- [5] Европейска информационна система за наводненията – (EFAS) - <https://www.efas.eu/>.
- [6] Qgis - <https://www.qgis.org/en/site/>
- [7] PostgreSQL - <https://www.postgresql.org/>
- [8] Webappbuilder - <https://github.com/planetfederal/qgis-webappbuilder-plugin>
- [9] WEBSDK - <https://github.com/planetfederal/sdk>
- [10] Natura 2000 - <http://natura2000.moew.government.bg/>
- [11] Община Златоград - <https://www.zlatograd.bg/>
- [12] Община Мадан - <https://www.madan.bg/>
- [13] Община Неделино - [www.nedelino.bg](http://www.nedelino.bg)
- [14] eOUTLAND - <https://eoutland.eu/>
- [15] ALTER - <http://alter-project.eu/>



## СЪДЪРЖАНИЕ

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИЯТА.....	3
Актуалност на проблема.....	3
Обект и предмет на изследването.....	4
Цели и задачи .....	4
Методи.....	5
II. ОБЕМ И СТРУКТУРА .....	6
III. СЪДЪРЖАНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. Обща информация за пожари и наводнения, статистика и подобни приложения.....	6
ГЛАВА 2. Методология за разработване на информационна система, подпомагаща вземането на решения в случаи на горски пожари или наводнения .....	6
ГЛАВА 3. Архитектура на Уеб ГИС приложение.....	9
ГЛАВА 4. Приложение в практиката.....	12
IV. ОСНОВНИ ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ.....	21
V. АПРОБАЦИЯ НА РЕЗУЛТАТИТЕ И ПУБЛИКАЦИИ.....	22
ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ.....	23
БЛАГОДАРНОСТИ .....	23
VII. ЛИТЕРАТУРА.....	24
СЪДЪРЖАНИЕ.....	25