



НАЦИОНАЛЕН ВОЕНЕН УНИВЕРСИТЕТ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ”

5000 гр. Велико Търново, бул. „България” №76

телефон: (062)618 822; факс:(062)618 899; e-mail: nvu@nvu.bg

РЕЦЕНЗИЯ

от проф.д.х.н.инж. полк.(о.з.) Михаил Стефанов Харалампиев,
гост професор в катедра “Защита на населението и инфраструктурата”,
Факултет „Общовойскови“, НВУ „Васил Левски“, В.Търново
Област на висшето образование: 5.Технически науки
Професионално направление: 5.10. Химични технологии,
на дисертационния труд на Васил Силвиев Йорданов на тема

**„Изследване на специфични процеси за ограничаване на
въздействията върху критичната инфраструктура”,**

представен за придобиване на образователната и научна степен „доктор”
Област на висшето образование 9. „Сигурност и отбрана“ Професионално
направление 9.1. „Национална сигурност“ Научна специалност
„Организация и управление извън сферата на материалното производство
(национална сигурност)“.

Велико Търново
2022 година

1. Актуалност и значимост на разработвания научен проблем

Актуалността на дисертационния труд несъмнено се дефинира с намирането на нови и интерпретиране на съществуващи подходи за усъвършенстване на методологията при изследване на специфични процеси за ограничаване на въздействията на критичната инфраструктура и отражението им върху системата за сигурност. Доказателство за това е, че не са забелязани комплексни наукометодически и научнопрактически изследвания и анализи свързани с направлението, разработени от други автори.

Значимостта на дисертационния проблем се свързва в стремежа на човечеството в търсене на алтернативни форми и места за живот, паралелно с проучванията на Земята. Това е така, защото в началото на 21 век няколко космически агенции - държавни и частни – проявиха интерес към други планети. Целите не са само да се кацне на Луната или Марс в даден район. Безспорно те са насочени към установяването на временни и постоянни бази с човешко присъствие. Съществуват проекти, чието разработване има за цел осигуряване на устойчиво функциониране на различни секторни инфраструктури за поддръжка на благоприятни за човека условия. Това включва животоподдържащи системи, системи за транспорт, комуникация и навигация, енергийни системи.

Тъй като Луната е най-близко космическо тяло, тя е най-достъпна за проучване и утвърждаване на необходимите системи и технологии за човешки бази. Това от своя страна ще доведе до използването на Луната като междинна станция по пътя на човешкото установяване на Марс.

Това се потвърждава от научни изследвания, които твърдят, че ресурсите необходими за енергия, и минералите на Земята са ограничени, което води и до необходимостта от развитие на технологии за използване на суровини от други планети. Към момента на Луната е установено наличието на вода, желязо и други елементи, необходими за производството на кислород, ядрена енергия. Безспорен факт е, че реализирането на междинен проект за производство на тези вещества и елементи ще осигури намаляване разходите в сравнение с извличането им и преработката им на Земята.

Трябва да се подчертае, че темата на дисертационния труд не само е актуална, но и труд, който запълва реално съществуваща празнота в това научното познание. От друга страна дисертационният труд надстроява предходна разработка на докторанта, като част от кооперативния проект „Moon Mapping“ между Италия и Китай, с която е предложен метод за откриване на свлачища в лунни метеоритни кратери чрез математични модели. Предложеният подход установява

задоволителни резултати, но и оставя редица отворени въпроси, които основно са свързани с прецизността и разширеното му приложение.

Формулираната работна теза потвърждава актуалността на дисертационния труд. В основата и стои обстоятелството, че критичната инфраструктура на Земята се определя по законодателната рамка на една държава или общност, като подходите за ограничаването на въздействието на разрушителните процеси върху нея се адаптират за ограничаване на специфичните процеси на друго планетно тяло за поддържане на устойчивост на системите и за поддържане на човешко присъствие на неговата повърхност, съобразно неговите потенциални критични инфраструктури.

Като се базира на приетата работна теза, докторантът Йорданов формулира целта на дисертационния труд – изследване и установяване на устойчив подход за ограничаване на въздействието на специфични процеси на критичната инфраструктура и създаване на модел на инвентарни свлачищни карти на Луната, който да бъде лесно приложим и на други планети.

Постигането на целта на дисертационния труд е посредством решаването на следните частни научно-изследователски задачи:

- Изследване на теоретичните и нормативните основи на критичната инфраструктура.
- Анализ на съществуващата методология за изследване на специфичната критична инфраструктура и на резултатите от нейната приложимост.
- Създаване на модел, базиран на изкуствения интелект за разпознаване и ограничаване на въздействието на специфични свлачищни процеси върху критичната инфраструктура.

Обект на научното изследване са специфичните свлачищни процеси и тяхното въздействие върху критичната инфраструктура на Луната.

Предмет на научното изследване е анализът и оценката на методологията за изследване и ограничаване на въздействието на специфичните свлачищни процеси върху критичната инфраструктура..

Получените научни и научно-приложни резултати са в потвърждение на съответствието на темата на дисертационния труд със съдържанието на разработката.

2. Обща характеристика и структура на дисертационния труд

Постигането на целта и решаването на задачите на научното изследване е посредством използваните научно-изследователски методи, групирани в следните две групи:

- теоретични методи: системен, логически, аналитичен, интердисциплинарен подходи, теория на риска, теория на

вероятностите, статистически методи, инструментариумът за математически анализ, системен анализ и синтез, сравнение, конкретизация, обобщение, индукция и дедукция, аналогия и други известни на общественно-научното познание методи и средства;

- емпирични методи: наблюдение, измерване, експеримент, прогнозиране, обработване на данни чрез полиномите на Чебишев и полиномното апроксимиране чрез Чебишев, алгоритмите за изкуствен интелект чрез бинарна и многокласова класификация и други.

За удобство при използването и нагледното илюстриране, получените крайни резултати (схеми, графики, статистическата и графичната интерпретация на изследванията), са посочени в завършен вид, като са използвани MATLAB и софтуерно решение мигрирано в Python среда.

Като изходна база са използвани: европейската и националната законодателна рамка на критическата инфраструктура; актуализираната стратегия за национална сигурност; методология и резултати от кооперативния проект „Moon Mapping“ между Италия и Китай с разрешението на участниците в него; изображения на WAC (Широкоъгълна камера) и цифров елевационен модел 100 м x 100 м (WACGDL100 DEM), получени от мисията LRO НАСА; идеите на водещи теоретици и изследователи от водещи космически агенции, представени в научни и публицистични издания, книги, статии.

Получените крайни резултати от изследването са посочени в завършен вид, което е постигнато в рамките на 167 страници. Основен текст – 157 страници. Приложение 1 на 158 страница, литературни източници – 71 (чиято научно-приложна стойност и авторитет на авторите не подлежат на съмнение.), брой на фигурите – 61 , брой на таблиците – 21 , брой на приложенията – 1, брой на публикациите – 5.

Структурата на дисертационния труд отразява поставената цел, научно-изследователските задачи, работната теза, обекта и предмета на изследването. Дисертационният труд съдържа увод, три глави, изводи, предложения, заключение, научно-приложни и практико-приложни приноси, използвана и цитирана литература, списък на фигури, списък таблици, приложения, декларация за оригиналност, списък публикации и използвани съкращения.

В увода е посочена актуалността на дисертационния труд, свързан с най-близкото космическо тяло - Луната. Акцентираща се, че тя е най-достъпна за проучване и утвърждаване на необходимите системи и технологии за човешки бази. Безспорно това ще доведе до използването на Луната като междинна станция по пътя на човешкото установяване на Марс. Вярно е твърдението, че с развитието на технологиите и мисиите за изследване на Луната от водещи космически агенции, използването на

данни от дистанционни наблюдения с достатъчна пространствена резолюция ще премахва разстоянието като ограничение, което позволява на научните общности да изучават в детайли лунната повърхност, както и процесите, които я засягат.

В първа глава **„Теоретичен обзор на критичната инфраструктура“** докторанта акцентира върху: същността на понятийния апарат, видовете критична инфраструктура и нормативната рамка, критичната инфраструктура като елемент на системата за сигурност (въздействието на факторите на средата на сигурност върху критичната инфраструктури, а така също възможностите за противодействие на рисковете и заплахите за критичните инфраструктури), специфика на лунната инфраструктура и взаимодействие с инфраструктурата на Земята (инфраструктура на Луната, договор за космическото пространство, потенциална инфраструктура на Луната, специфична критична инфраструктура, способности за ограничаване на въздействията от свлачищните процеси); повърхностни и геоложки процеси на Луната (тектонична активност, вулканизъм, метеоритни удари: механизъм на образуване на метеоритните кратери, видове кратери, ерозионни процеси, връзка на свлачищните процеси на Земята и на Луната с инфраструктурата и критичната инфраструктура - сравнителен анализ, свлачищни процеси на Земята и Лунни свлачищни процеси).

Изводите към първа глава убедително показват, че докторантът задълбочено е изучил понятийният апарат свързан с изследване на специфични процеси за ограничаване на въздействията върху критичната инфраструктура, а така също изследвателските планове на водещи космически агенции, които провеждат сходни научни изследвания. Докторантът доказва, че терминологията може да се прехвърли от национално ниво на международно и съответно да се приспособят основните принципи на КИ и за друго космическо тяло от земен тип. Приемам, че това позволява да се дефинират и разграничат пет основни инфраструктурни сектора, необходими за съществуването и функционирането на постоянна база по повърхността Луната. Съобразно това става възможно подсигуриването на самоподдържащо се, устойчиво и постоянно човешко присъствие посредством: енергийни системи, системи за комуникация и навигация, транспортни системи, животоподдържащи системи и системи за използване на ресурси на място.

Във втора глава **„Методология за изследване и анализ на специфичната инфраструктура“** обстойно са разгледани: Методология за ограничаване на свлачищни процеси като е представен обзор на прилаганите методики за визуално разпознаване на свлачища по лунната повърхност и преглед на вече прилагани методики чрез полиноми на

Чебишев за разпознаване на свлачища и апроксимация на кратерни процеси (Въведение в полиномите на Чебишев, математическа теория, важни свойства на полиномите на Чебишев, изчислителна процедура, приложение на полиномите на Чебишев, процес на апроксимация на кратерни профили, анализ на нечетните коефициенти на Чебишев, анализ на остатъците на апроксимация чрез нечетните коефициенти на Чебишев, използвайки адаптивен и фиксиран критерий, прилагане на процеса на апроксимиране на кратери и разпознаване на свлачища в MATLAB).; задълбочено са анализирани източниците на данни за изследване и изучаване на свлачищните процеси на Луната (Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) – НАСА и векторни форми на кратерите с $5 < D < 20$ км); представени са казусите на изследването (предишно използвани казуси, а така също разширени казуси); достатъчно задълбочено се анализират софтуерни решения за изследване на лунни мисии (софтуерна мотивация, програмния език Python , кодът в Python среда, както и други софтуери, пакети и услуги).

Приемам извода, че приложим метод за разпознаване на кратери върху лунното пространство са полиномите на Чебишев, които както е известно са поредица от ортогонални полиноми. Всеки един от тези полиноми е действително с уникална и некорелирана форма по отношение на другите членове. Тъй като тези полиноми предлагат изключително ниска стойност на грешка, те са приложими за апроксимирането на напречни профили на кратери. И действително по този начин реално е възможно класифицирането на кратерите според техните морфологични особености (в случай, че са с терасовидни стени, централен връх или падина и други). По този начин несъмнено може да се отдели компонентата на асиметрия, която би се появила при апроксимирането на напречен профил.

Докторантът правилно се е насочил в използването на софтуери с отворен код (СОК), тъй като те имат доказани предимства. От друга страна използването на тези софтуери се обуславят от отворената наука, като приоритет на ЕК, поддържана от отворените софтуери. На тази база докторантът доказва, че предложените софтуерни решения позволяват различни видове модели за машинно обучение и определянето на принадлежността на един височинен профил към някой от трите класа - без свлачище, със свлачище или деформиран.

В трета глава **„Модел за разпознаване и ограничаване на въздействието на специфични свлачищни процеси върху критичната инфраструктура чрез използването на изкуствен интелект“** са анализирани : общата постановка на модела, базиран на методологията на изкуствения интелект (машинно самообучение - дървета за вземане на решения; многослойни перцептрон мрежи (Multi-layer Perceptron Networks); дълбоко обучение (Deep Learning) и

валидиране на модела); отразени са резултати от прилагане на предишно предложени методики (преглед на резултати от предишни приложения на полиномите на Чебишев - анализ на остатъците на апроксимация от коефициентите на Чебишев, приложение на 51 кратера; разширено приложение на анализ на остатъците на апроксимация от коефициентите на Чебишев; изследване на приложимостта на адаптивен и фиксиран прагов критерий - приложение на Група II разширени казуси); показан е проучвателен анализ на коефициентите на Чебишев; отразени са резултати от прилагането на алгоритъм Random Forest (бинарна класификация и многокласова класификация); показани са резултати от прилагането на алгоритми за изкуствени невронни мрежи (Вариант многослойни перцептрон мрежи: (Multi-layer Perceptron Networks, бинарна класификация, многокласова класификация)); Отразени са резултати от прилагането на алгоритми за изкуствени невронни мрежи - вариант Дълбоко обучение (Deep Learning) а така също софтуерно решение.

Направеният извод, че моделите, базирани на прилагането на многослойни перцептрон мрежи и дълбоки невронни мрежи са с високи стойности на оценителните метрики и с тях се преодолява така нареченото „наизустяване“ на моделите, е правилен. Добро постижение е доказателството, че създаденият модел чрез дълбока невронна мрежа за многокласова класификация, оценен с 95% точност при обучителния етап и 90% при тестовия етап е най-прецизен от приложените и позволява да се използва за изготвянето на инвентарна карта на свлачища в лунни кратери.

3. Характеристика на научните и научно-приложните приноси в дисертационния труд. Достоверност на материала.

Постигнатата цел на изследването и решените научно-изследователските задачи показват, че дисертационният труд е напълно завършен. На базата проучване на обширен брой литературни източници, докторантът успешно е извършил задълбочено изследване на специфични процеси за ограничаване на въздействията върху критичната инфраструктура. Изследванията му завършват с предлагане на интересни нови научни и научно-приложни резултати и предложения за по-нататъшна изследователска работа.

3.1. Научни резултати:

3.1.1. Приемам, че са доразвити теоретичните положения, свързани с концептуалната рамка и методология за проучване на специфични процеси на лунното пространство и рисковете за критичната инфраструктура на Луната.

3.1.2. Съществен научен принос е обогатяването на методологията, базирана на полиномите на Чебишев за изучаване на специфичните свлачищни процеси и ограничаване на тяхното

въздействие на критичната инфраструктура на Луната.

3.1.3. Генерирано е ново знание чрез създаване на нова методология, базирана на изкуствения интелект за изучаване и анализиране и на специфичните свлачищни процеси на лунната повърхност, като е открит трети клас „деформирани“ височинни профили на свлачищни процеси .

3.2. Научно-приложни резултати:

3.2.1. Основен принос е предложеният модел, базиран на алгоритъма на принципа на дървета за вземане на решение („Случайна гора“) за разпознаване и ограничаване на свлачищни процеси на лунната повърхност, с доказана устойчивост на „наизустяване“.

3.2.2. Съществен принос е разработеният модел на основата на алгоритъма за Многослойни перцептрон мрежи (МПМ) за разширено изучаване на свлачищни процеси на Луната с доказани високи стойности на обучавани и тестови данни, но някои от тях допускащи характер на „наизустяване“.

3.2.3. Създаден е модел, базиран на алгоритми за Изкуствени Невронни Мрежи - Дълбоко обучение (Deep Learning), със защитима успеваемост при разкриване на свлачищни процеси на лунната повърхност, с доказана точност и оптималност за установяване на класа на подадени данни, неизползвани от предходните два модела и на основата на който е изработена Инвентарна карта на свлачища в лунните кратери.

Научните и научно-приложните резултати от извършените изследвания в дисертационния труд доразвиват и обновяват теорията и практиката в изследване на специфични процеси за ограничаване на въздействията върху критичната инфраструктура.

Основната част на изследванията са лично дело на докторанта Васил Силвиев Йорданов, които реално са започнали през 2016 година. Този сравнително некрътък опит в изследване на специфични процеси за ограничаване на въздействията върху критичната инфраструктура е една реална база в по-нататъшни разработки за нейното по-нататъшно усъвършенстване.

4. Оценка на публикациите по дисертацията и авторството

По темата на дисертационния труд са посочени 5 публикации. 3 от тях са в реферирани списания (от които 2 публикации в International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives 1 публикация в European Journal of Remote Sensing). 2 публикации са в нереферирани издания - Сборник доклади от научна конференция „Близкият космос - обща цел“ 10-11 май 2022 година. В една от публикациите е самостоятелен автор. В две публикации е с един съавтор. В две със шест съавтори. Във всички публикации в съавторство, докторантът е на първо място. В една е на

второ място. Това показва, че той принципно е основен разработчик на публикуваната информация.

5. Литературна осведоменост и компетентност на докторанта

Докторантът използва 71 литературни източника. 4 от тях са на кирилица, а останалите на латиница.

В основата на изследванията са отчетени изискванията на: Наредбата за реда, начина и компетентните органи за установяване на критичните инфраструктури и оценка на риска за тях [1]; Директивата 2008/114/Е:О на съвета от 8 декември 2008 година относно установяването и означаването на европейски критични инфраструктури и оценката на необходимостта от подобряване на тяхната защита“ [2]; Европейската критична инфраструктура – анализ на нормативната база в Европа през 21 век: Регионалната сигурност и необходимите реформи в Европейския съюз [3]; Закон за управление и функциониране на системата за защита на националната сигурност Обн., ДВ, бр. 61 от 11.08.2015 г., в сила от 1.11.2015 г. [5]. Над 90% от използваните литературни източници са публикувани в последните десет години, което показва, че докторантът отчита с увереност във възможността да изследва направление, което не е било в обектите на на научното търсене в областта на специфични процеси за ограничаване на въздействията върху критичната инфраструктура.

Многобройните литературни източници използвани при разработването на дисертационният труд показват високото равнище на литературна осведоменост и компетентност на докторанта Васил Силвиев Йорданов. Видно е ,че той умее да обобщава установени научни мнения и изследвания, с оглед те да бъдат сравнителна база за по-нататъшно развиване на теорията и практиката в изследване на специфични процеси за ограничаване на въздействията върху критичната инфраструктура.

6. Оценка за автореферата

Авторефератът е разработен на основание установените изисквания и точно отразява разработваните проблеми, както и пътищата за тяхното решаване, които са посочени в дисертационния труд. Написан със стегнат и ясен стил, авторефератът дава цялостна представа за научната стойност и практическата приложимост на постигнатите научни, научно-приложни резултати и предложения от докторанта.

7. Критични бележки

1. На стр. 11 е повторен два пъти изразът: „Това прави темата на дисертационния труд не само актуална, но и належаща в отговор на запълване на съществуващата празнота в научното познание“.

2. Таблица 1.2 - Класификация на свлачищата след Варнс (1978), по-убедително би било табличния текст да се преведе на български, тъй като коментарът по нея е на български език, същото се отнася и за Таблица 1.3 -, „Предразполагащи и задействащи фактори“, както и за другите таблици в текста на английски език.

8. Лични впечатления и други въпроси, по които рецензентът счита, че следва да вземе отношение

Познавам докторанта от 2022 година от представените доклади на научната конференция „Близкият космос - обща цел“ 10 - 11 май 2022 година. Прави впечатление неговата задълбочена подготовка по отношение изследване на специфичните процеси за ограничаване на въздействията върху критичната инфраструктура.

9. Заключение

Дисертационният труд, разработен от докторанта Васил Силвиев Йорданов е завършен научен труд, който има голямо значение в изследванията на специфичните процеси за ограничаване на въздействията върху критичната инфраструктура. Разработен е в пълно съответствие с изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“, Правилника за неговото приложение и нормативната уредба на НВУ „Васил Левски“.

10. Оценка на дисертационния труд

На основание на постигнатите научни и научно-приложни резултати в дисертационния труд и успешната научноизследователска дейност на докторанта съм дълбоко убеден в своята **положителна оценка, и предлагам на многуважаемите членове на научното жури** присъждането на научната и образователната степен „доктор“ на Васил Силвиев Йорданов в област на висшето образование 9. „Сигурност и отбрана“ Професионално направление 9.1. „Национална сигурност“, Научна специалност „Организация и управление извън сферата на материалното производство (национална сигурност)“.

Дата: 07.08.2022

Рецензент:

Велико Търново

проф.дхн инж. Михаил Харалампиев



VASIL LEVSKI NATIONAL MILITARY UNIVERSITY
5000 Veliko Tarnovo, Bulgaria Blvd. No. 76
phone: (062)618 822; fax: (062) 618 899; e-mail: nvu@nvu.bg

REVIEW

by Prof.DSC.Chem. Eng. Colonel (retired) Mihail Stefanov Haralampiev,
guest professor at the "Protection of the population and infrastructure"
department,

General Military Faculty, Vasil Levski National University, V. Tarnovo

Field of higher education: 5. Technical sciences,

Professional direction: 5.10. Chemical technologies,

of Vasil Silviev Yordanov's dissertation on the subject

"Investigating Specific Processes to Limit Impacts on Critical Infrastructure",

submitted for the acquisition of the educational and scientific degree "Doctor",
Field of higher education 9. "Security and Defense" ,Professional direction 9.1.
"National security",Scientific specialty, "Organization and management outside
the sphere of material production (national security) ".

Veliko Tarnovo
2022 year

1. Relevance and significance of the developed scientific problem

The relevance of the dissertation work is undoubtedly defined by finding new and interpreting existing approaches to improve the methodology in the study of specific processes to limit the impacts of critical infrastructure and their impact on the security system. Proof of this is that no complex scientific-methodical and scientific-practical studies and analyzes related to the field, developed by other authors, have been noticed.

The significance of the dissertation problem is related to the human endeavor in search of alternative forms and places of life, parallel to the exploration of the Earth. This is because at the beginning of the 21st century several space agencies - government and private - expressed interest in other planets. The goals are not just to land on the Moon or Mars in a given area. Undoubtedly, they are aimed at establishing temporary and permanent bases with human presence. There are projects, the development of which aims to ensure the sustainable functioning of various sectoral infrastructures to support human-friendly conditions. This includes life support systems, transportation, communication and navigation systems, energy systems.

Since the Moon is the closest space body, it is the most accessible for research and validation of the necessary systems and technologies for human bases. This, in turn, would lead to the use of the Moon as a way station on the way to human settlement of Mars. This is confirmed by scientific studies that claim that the resources needed for energy and minerals on Earth are limited, which also leads to the need to develop technologies to use raw materials from other planets. At the moment, the presence of water, iron and other elements necessary for the production of oxygen, nuclear energy has been established on the Moon. It is an indisputable fact that the implementation of an intermediate project for the production of these substances and elements will ensure a reduction in costs compared to their extraction and processing on Earth.

It should be emphasized that the topic of the dissertation work is not only current, but also a work that fills a real gap in this scientific knowledge. On the other hand, the dissertation builds on a previous development of the doctoral student, as part of the cooperative project „Moon Mappin” between Italy and China, which proposed a method for detecting landslides in lunar meteorite craters through mathematical models. The proposed approach establishes satisfactory results, but also leaves a number of open questions, which are mainly related to its precision and extended application.

The formulated working thesis confirms the relevance of the dissertation work. It is based on the fact that the critical infrastructure of the Earth is defined by the legislative framework of a country or community, and the approaches to limit the impact of destructive processes on it are adapted to limit the specific processes of another planetary body to maintain the sustainability of the systems

to maintain a human presence on its surface, consistent with its potential critical infrastructures.

Based on the accepted working thesis, the doctoral candidate Yordanov formulated the goal of the dissertation work – to research and establish a sustainable approach to limit the impact of specific processes on the critical infrastructure and create a model of inventory landslide maps of the Moon, which would be easily applicable to other planets.

Achieving the goal of the dissertation is through solving the following private research tasks:

- Exploring the theoretical and normative foundations of critical infrastructure.
- Analysis of the existing methodology for the study of the specific critical infrastructure and the results of its applicability.
- Creation of a model based on artificial intelligence to recognize and limit the impact of specific landslide processes on critical infrastructure.

The object of scientific research is the specific landslide processes and their impact on the critical infrastructure of the Moon.

The subject of the scientific research is the analysis and evaluation of the methodology for research and limitation of the impact of the specific landslide processes on the critical infrastructure.

The obtained scientific and scientific-applied results confirm the correspondence of the topic of the dissertation work with the content of the development.

2. General characteristics and structure of the dissertation work

Achieving the goal and solving the tasks of the scientific research is through the used scientific research methods, grouped into the following two groups:

- theoretical methods: systematic, logical, analytical, interdisciplinary approaches, risk theory, probability theory, statistical methods, the toolkit for mathematical analysis, system analysis and synthesis, comparison, concretization, generalization, induction and deduction, analogy and others known to public- scientific knowledge methods and means;
- empirical methods: observation, measurement, experiment, prediction, data processing through Chebyshev polynomials and polynomial approximation through Chebyshev, algorithms for artificial intelligence through binary and multiclass classification, and others.

For ease of use and visual illustration, the obtained final results (schemes, graphs, statistical and graphical interpretation of the studies) are indicated in a finished form, using MATLAB and a software solution migrated to the Python environment.

The following are used as a starting point: the European and national legislative framework of critical infrastructure; the updated national security strategy; methodology and results of the Italy-China Moon Mapping cooperative project with the permission of its participants; WAC (Wide Angle Camera)

images and 100 m x 100 m Digital Elevation Model (WACGDL100 DEM) acquired by the LRO NASA mission; the ideas of leading theorists and researchers from leading space agencies, presented in scientific and journalistic publications, books, articles.

The final results of the study are presented in a complete form, which is achieved within 167 pages. Main text - 157 pages. Appendix 1 on 158 pages, literary sources - 71 (whose scientific-applied value and authority of the authors cannot be doubted), number of figures - 61, number of tables - 21, number of appendices - 1, number of publications – 5.

The structure of the dissertation reflects the set goal, the research tasks, the working thesis, the object and the subject of the research. The dissertation contains an introduction, three chapters, conclusions, proposals, conclusion, scientific-applied and practical-applied contributions, used and cited literature, list of figures, list of tables, appendices, declaration of originality, list of publications and used abbreviations.

In the introduction, the relevance of the dissertation related to the nearest cosmic body - the Moon - is indicated. It is emphasized that it is the most accessible for research and validation of the necessary systems and technologies for human bases. Undoubtedly, this will also lead to the use of the Moon as a way station on the way to human settlement of Mars. It is true that with the development of technologies and missions to explore the Moon by leading space agencies, the use of remote sensing data with sufficient spatial resolution will remove distance as a limitation, allowing scientific communities to study the lunar surface in detail, as well as the processes that affect it.

In the first chapter, "**Theoretical overview of critical infrastructure**", the doctoral student focuses on: the essence of the conceptual apparatus, the types of critical infrastructure and the normative framework, the critical infrastructure as an element of the security system (the impact of the factors of the security environment on the critical infrastructure and also the possibilities to counter risks and threats to critical infrastructure), specifics of lunar infrastructure and interaction with Earth infrastructure (lunar infrastructure, outer space treaty, potential lunar infrastructure, specific critical infrastructure, ways to limit the impacts of landslide processes); surface and geological processes of the Moon (tectonic activity, volcanism, meteorite impacts: mechanism of formation of meteorite craters, types of craters, erosion processes, relationship of landslide processes on Earth and on the Moon with infrastructure and critical infrastructure - comparative analysis, landslide processes on Earth and Lunar Landslide Processes).

The conclusions to the first chapter convincingly show that the doctoral student has thoroughly studied the conceptual apparatus related to the study of specific processes for limiting the impacts on critical infrastructure, as well as the research plans of leading space agencies that conduct similar scientific research. The PhD student proves that the terminology can be transferred from

the national level to the international level and accordingly the basic principles of CI can be adapted for another terrestrial-type space body. I accept that this allows one to define and distinguish five main infrastructure sectors necessary for the existence and operation of a permanent base on the surface of the Moon. Accordingly, it becomes possible to provide a self-sustaining, sustainable and permanent human presence through: energy systems, communication and navigation systems, transportation systems, life support systems and systems for the use of resources in place.

In the second chapter "**Methodology for research and analysis of the specific infrastructure**", the following are thoroughly examined: Methodology for limiting landslide processes, presenting an overview of the applied methods for visual recognition of landslides on the lunar surface and an overview of already applied methods using Chebyshev polynomials for landslide recognition and approximation of cratering processes (Introduction to Chebyshev polynomials, mathematical theory, important properties of Chebyshev polynomials, computational procedure, application of Chebyshev polynomials, process of approximation of crater profiles, analysis of odd Chebyshev coefficients, analysis of the residuals of approximation by the odd Chebyshev coefficients using adaptive and fixed criterion, implementation of crater approximation process and landslide recognition in MATLAB).; the sources of data for research and study of landslide processes on the Moon (Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) - NASA and vector shapes of craters with $5 < D < 20$ km) were thoroughly analyzed; the case studies of the research are presented (previously used case studies, as well as extended case studies); software solutions for the study of lunar missions (software motivation, the Python programming language, the code in the Python environment, as well as other software, packages and services) are analyzed in sufficient depth.

I accept the conclusion that an applicable method for recognizing craters on the lunar space is the Chebyshev polynomials, which, as is known, are a series of orthogonal polynomials. Each of these polynomials is indeed of unique and uncorrelated form with respect to the other terms. Since these polynomials offer an extremely low error value, they are applicable to the approximation of crater cross-sections. And indeed, in this way, it is actually possible to classify the craters according to their morphological features (in case they have terraced walls, a central peak or slope, etc.). In this way, the asymmetry component that would appear when approximating a cross profile can undoubtedly be separated.

The PhD student is rightly guided in the use of open source software (OSS) as they have proven advantages. On the other hand, the use of these softwares is conditioned by open science, as a priority of the EC supported by open softwares. On this basis, the doctoral student proves that the proposed software solutions allow different types of machine learning models and the determination of the belonging of a height profile to one of the three classes - without landslide, with landslide or deformed.

In the third chapter "**A model for recognizing and limiting the impact of specific landslide processes on critical infrastructure through the use of artificial intelligence**" are analyzed: the general setting of the model based on the methodology of artificial intelligence (machine self-learning - decision trees; multi-layer perceptron networks (Multi-layer Perceptron Networks); deep learning (Deep Learning) and model validation); results from application of previously proposed methods are reflected (review of results from previous applications of Chebyshev polynomials - analysis of approximation residues from Chebyshev coefficients, application of 51 craters; extended application of analysis of approximation residues from Chebyshev coefficients; research of the applicability of an adaptive and fixed threshold criterion - application of Group II extended cases); an exploratory analysis of the Chebyshev coefficients is shown; the results of applying the Random Forest algorithm (binary classification and multiclass classification) are shown; results of the application of algorithms for artificial neural networks are shown (variant multi-layer perceptron networks (Multi-layer Perceptron Networks, binary classification, multi-class classification); Results of the application of algorithms for artificial neural networks are reflected - variant Deep Learning (Deep Learning) and so is a software solution.

The conclusion made that the models based on the application of multilayer perceptron networks and deep neural networks have higher values of the evaluation metrics and with them overcome the so-called "memorization" of the models is correct. A good achievement is the proof that the model created by deep neural network for multi-class classification, estimated with 95% accuracy in the training stage and 90% in the testing stage, is the most accurate of the applied ones and allows to be used to prepare the inventory map of lunar landslides craters.

3.1 Characteristics of the scientific and scientific-applied contributions in the dissertation work. Credibility of the material.

The achieved goal of the research and the solved research tasks show that the dissertation work is fully completed. Based on the study of an extensive number of literary sources, the doctoral student has successfully carried out an in-depth study of specific processes for limiting impacts on critical infrastructure. His research ends by offering interesting new scientific and scientific-applied results and proposals for further research work.

3.1. Scientific results:

3.1.1. I accept that the theoretical propositions related to the conceptual framework and methodology for the study of specific processes of the lunar space and the risks to the critical infrastructure of the Moon have been further developed.

3.1.2. A significant scientific contribution is the enrichment of the methodology based on Chebyshev polynomials for studying the specific landslide processes and limiting their impact on the critical infrastructure of the

Moon.

3.1.3. New knowledge was generated by creating a new methodology based on artificial intelligence to study and analyze specific landslide processes on the lunar surface, and a third class of "deformed" height profiles of landslide processes was discovered.

3.2. Scientific and applied results:

3.2.1. A major contribution is the proposed model based on the principle of decision trees ("Random Forest") algorithm for the recognition and limitation of landslide processes on the lunar surface, with proven resistance to "memorization".

3.2.2. A significant contribution is the developed model based on the Multilayer Perceptron Networks (MPN) algorithm for extended study of landslide processes on the Moon with proven high values of training and test data, but some of them admitting the nature of "by rote".

3.2.3. A model based on algorithms for Artificial Neural Networks - Deep Learning was created, with a defensible success rate in revealing landslide processes on the lunar surface, with proven accuracy and optimality for establishing the class of input data, unused by the previous two models and on the basis of which an inventory map of landslides in lunar craters was prepared.

The scientific and scientific-applied results of the research carried out in the dissertation further develop and renew the theory and practice in the study of specific processes for limiting the impacts on the critical infrastructure.

The main part of the research is the personal work of the doctoral student Vasil Silviev Yordanov, which actually started in 2016. This relatively short experience in researching specific processes to limit impacts on critical infrastructure is a real base in further developments for its further improvement.

4. Evaluation of dissertation publications and authorship

5 publications are listed on the topic of the dissertation. 3 of them are in refereed journals (of which 2 publications in the International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives 1 publication in the European Journal of Remote Sensing). 2 publications are in non-refereed editions - Collection of reports from the scientific conference "Near space - common goal" May 10-11, 2022. One of the publications is an independent author. He has one co-author in two publications. In two with six co-authors. In all co-authored publications, the PhD student comes first. In one it is in second place. This shows that he is basically the main developer of the published information.

5. Literary awareness and competence of the doctoral student

The doctoral student used 71 literary sources. 4 of them are in Cyrillic and the rest are in Latin.

At the basis of the research, the requirements of: the Ordinance on the order, manner and competent authorities for establishing critical infrastructures and assessing their risk [1] have been taken into account. Council Directive

2008/114/E:O of 8 December 2008 on the establishment and designation of European critical infrastructures and the assessment of the need to improve their protection" [2]; European critical infrastructure - analysis of the regulatory framework in Europe in the 21st century: Regional security and necessary reforms in the European Union [3]; Law on the Management and Functioning of the System for the Protection of National Security Promulgated, SG No. 61 of 11.08.2015, in force since 1.11.2015 [5]. More than 90% of the literature sources used were published in the last ten years, which shows that the doctoral student reports with confidence in the possibility of researching a direction that has not been in the objects of scientific research in the field of specific processes for limiting impacts on critical infrastructure .

The numerous literary sources used in the development of the dissertation show the high level of literary awareness and competence of the doctoral student Vasil Silviev Yordanov. It is evident that he is able to summarize established scientific opinions and studies, with a view to their being a comparative basis for further development of theory and practice in the study of specific processes for limiting the impacts on critical infrastructure.

6. Evaluation of the abstract

The abstract was developed on the basis of the established requirements and accurately reflects the developed problems, as well as the ways to solve them, which are indicated in the dissertation work. Written in a concise and clear style, the abstract gives a comprehensive idea of the scientific value and practical applicability of the achieved scientific, scientific-applied results and proposals of the doctoral student.

7. Critical notes

1. On page 11, **the phrase is repeated twice**: "This makes the topic of the dissertation not only relevant, but also urgent in response to filling the existing void in scientific knowledge".

2. Table 1.2 - Classification of landslides after Varnes (1978), it would be more convincing to translate the table text into Bulgarian, since the comment on it is in Bulgarian, the same applies to Table 1.3 - "redisposing and triggering factors factors", as well as for the other tables in the English text.

8. Personal impressions and other matters on which the reviewer considers it necessary to take a position

I know the doctoral student of 2022 from the reports presented at the scientific conference "Near Space - Common Goal" May 10 - 11, 2022. His extensive training in researching specific processes to limit impacts on critical infrastructure is impressive.

9. Conclusion

The dissertation work developed by the doctoral student Vasil Silviev Yordanov is a completed scientific work, which is of great importance in the research of the specific processes for limiting the impacts on the critical infrastructure. It was developed in full compliance with the requirements of the

Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria for the Acquisition of the Doctoral Educational and Scientific Degree, the Regulations for its Application and the Normative Regulations of Vasil Levski National Military University.

10. Evaluation of the dissertation work

On the basis of the achieved scientific and scientific-applied results in the dissertation work and the successful research activity of the doctoral student, **I am deeply convinced of my positive assessment, and I propose to the respected members of the scientific jury to award the scientific and educational degree "Doctor"** to Vasil Silviev Yordanov in the field of higher education 9. "Security and Defense" Professional direction 9.1. "National security", Scientific specialty "Organization and management outside the sphere of material production (national security)".

Date: 07/08/2022
Veliko Tarnovo

Reviewer:
Prof. DSC. Chem. Eng. Mihail Haralampiev