

## РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р инж. Илинка Методиева Иванова, НВУ „Васил Левски“

на дисертационния труд на инж. Ясен Трифонов Прокопов на тема „**Методология за анализ на деформации по бордовете и насипищата на открити рудници**“ за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление: 5.7. „Архитектура, строителство и геодезия“, докторска програма „Маркшайдерство“.

### 1. Общи сведения за процедурата и представените материали

Инж. Ясен Трифонов Прокопов е зачислен със заповед № 731 от 30.09.2020 г. за докторант на самостоятелна подготовка, платено обучение по професионално направление 5.7. „Архитектура, строителство и геодезия, докторска програма „Маркшайдерство“ с тема на дисертационния труд: „**Методология за анализ на деформации по бордовете и насипищата на открити рудници**“ (на примера на р-к „Асарел-Медет“) към катедра „Маркшайдерство и геодезия“, МТФ на МГУ „Св. Иван Рилски“ със срок на обучение 3 години, считано от 18.09.2020.

Докторантът е отчислен с право на защита със Заповед № 478/10.06.2021 г. на основание на ППОД в МГУ и Решение на Факултетен съвет на Решение на Факултетен съвет на МТФ от 03.06.2021 г. - Протокол № 5.

Дисертационният труд е разгледан и приет на заседание на разширен катедрен съвет на катедра „Маркшайдерство и геодезия“ при МГУ „Св. Иван Рилски“ – протокол № 7/2020-2021 от 28.05.2021 г.

По процедурата са представени следните материали:

- Заповед № Р-731/30.09.2020 г. на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски“ за **зачисляване** на инж. Ясен Трифонов Прокопов като докторант на самостоятелна подготовка, платено обучение със срок на обучение 3 г.
- Заповед № № 478/10.06.2021 г. на основание на ППОД в МГУ и Решение на Факултетен съвет на Решение на Факултетен съвет на МТФ от 03.06.2021 г. - Протокол № 5 за **отчисляване** с право на защита.
- Заповед № Р-400/19.05.2021 г. на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски“ за назначаване на **разширен катедрен** съвет за предварително разглеждане и приемане на дисертационния труд;
- Протокол № 7/2020-2021 от 28.05.2021 г. от **заседанието на разширения катедрен** съвет за предварително разглеждане и приемане на дисертационния труд;
- Заповед № Р-480/16.06.2021 г. на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски“ за **назначаване на научно жури** и определяне на дата на защита;
- Професионална автобиография;

- Диплома за завършено висше образование;
- Удостоверение ССПМ № 342 – 2021 от 31.05.2021 г. за положени изпити по индивидуалния план за обучение.
- Автореферат;
- Списък с публикациите свързани с дисертационния труд, както и копията им.

## **2. Кратки биографични данни и характеристика на научните интереси на кандидата**

Инж. Ясен Трифонов Прокопов е завършил УАСГ, специалност „Геодезия, фотограметрия и картография“. Дълги години работи като преподавател в катедра „Маркшайдерство и геодезия“, МТФ на Минно-геоложки университет гр. София.

Участвал е в различни научни конференции. Познавам колегата Прокопов вече около 20 години. За мен той е изключителен преподавател и колега, коректен и почтен.

Ползва английски и руски езици.

## **3. Анализ на дисертационния труд**

### **3.1. Актуалност на темата**

Представеният материал от инж. Ясен Трифонов Прокопов е разработка състояща се от 193 страници. Разглежда различни методи и технологии за изследване на деформации на бордове и насипища при открит добив на подземни богатства. Направен е анализ на резултати от измервания и са формулирани съответни изводи.

Откритият добив на подземни богатства в България заема 100% при инертни и скално-облицовъчни материали, 99% при нерудните изкопаеми, повече от 90% при въглищата и над 85% при рудните изкопаеми. Разработването на находища по открит начин се извършва при сложни инженерно-геоложки и хидрогеоложки условия, интензивни минни работи, значително увеличаване на параметрите на рудниците и т.н. В същото време възможностите на техническите средства и технологиите на разработване налагат и сериозни изменения в осигуряването на устойчивостта и безопасността на работа за продължителни периоди. За осигуряване на безопасната работа и безопасните условия на труд в откритите рудници е изключително важно управлението на устойчивостта им, и да се проследяват всички премествания на скалния масив, както и откосите на бордовете в рудника.

По тези причини считам, че представената разработка от инж. Ясен Прокопов разглежда актуален и важен проблем при добив на подземни богатства по открит начин.

### **3.2. Съдържание на представената разработка**

Представеният материал от инж. Ясен Прокопов е оформен и завършен труд от извършени сериозни практически и научни изследвания.

Състои се от съдържание, увод, пет глави, заключение, претенции за приноси, използвана литература и приложения. Приложени са на оптичен диск резултати от обработка и анализ на данни от измервания, подробно описани в съдържанието.

Изложението е върху 193 страници, като част от текста са 134 фигури и 36 таблици, 57 формули. Използвани и цитирани са 152 литературни източника, от които 66 на кирилица и 86 на латиница.

В *Увода* са описани значението на открития добив на подземните богатства, важноста на управлението на устойчивостта на откритите рудници, която е свързана с изследване наличието и фактическите премествания на скалния масив в района на рудничното поле. Посочена е актуалността на проблема, целта на разработката и задачите за постигането ѝ.

*Първа глава „Въведение – приоритети на открития добив“* разглежда особеностите и основните характеристики на открития добив. Устойчивостта на бордовете – роля, място и значение в перспективното развитие на открития добив. Описани са методите на изчисляване устойчивостта на откосите.

*Втора глава „Методи за изследване на деформации“*. В тази глава е отделено внимание на точността на измерванията и тяхната периодичност преди да бъдат описани различните методи за определяне на хоризонтални и вертикални деформации. Освен съществуващите традиционно използвани методи е отделено особено внимание на съвременните технологични решения за изследване на деформации при открит добив на подземни богатства, като ГНСС и лазерно сканиране, както и тяхната точност.

В края на втора глава са направени изводи за следенето на свлачищни и деформационни процеси при експлоатацията на различни инженерни съоръжения и обекти, каквито са и рудниците за открит добив.

*Трета глава „Система за автоматизиран мониторинг на устойчивостта на бордовете и следене на деформационни процеси в открити рудници“*. Тук се разглежда практическата реализация – обобщени са методите за наземен мониторинг на стабилитета на бордовете, посочени са изискванията за точност, описан е чуждестранния опит в едни от най-големите открити рудници по света и опита в България в мини Марица-изток, Елаците-Мед и Асарел Медет.

Отделено е внимание на инструменталното оборудване, на обработка на данните и създаване на изображения чрез Радиолокационни наблюдения на земната повърхност, Сателитно изображение в частност диференциалната интерферометрия, Геодезическа наблюдателна система, ГНСС измервания.

Изготвени са различни графики, онагледяващи получените резултати. Посочени са предимствата и недостатъците на съответната технология.

Направени са изводи.

*Четвърта глава „Анализ на маркшайдерски наблюдения на реперна мрежа и мониторингова система в открит рудник за добив на медна руда“*. Направен е анализ на първичните данни от измерванията с тотална станция и ГНСС технология, съставени са съответни графики, изследвана е точността на измерванията. Извършена

е статистическа обработка и анализ на координатите на наблюдаваните точки, получени след обработка на периодичните измервания с тотална станция. Осъществено е преобразуване на данните, анализирана е информативността на признаците на преместванията, изследвана е точността на измерванията и на разликовия ефект при групови премествания. Извършен е анализ на скоростите на деформациите. Направено е сравняване на резултатите получени с тотална станция Trimble S8 и ГНСС технология.

Изготвени са различни хистограми на преместванията в различни направления и са посочени техните сборни характеристики.

Направени са изводи и препоръки.

**Пета глава „Резултати и анализ от практическата реализация на системата за автоматизиран мониторинг“.**

Разгледан е плана за мониторинг на конкретен рудник - “Асарел - Медет”, който е изготвен на база на предварително задание, въз основа на предварително обсъждане и специфична документация.

Като първа и най-важна задача при мониторинга е посочена - идентифицирането на възможните зони на нестабилност, при които залягането, напластяванията и зоните на прекъсване на разломите са неблагоприятни или зоните на слабите скали и високото налягане. И втората не по-малко важна задача е правилното разпределение и покриване с геодезически точки и пиезometri на тези зони.

Показани са различни премествания в зони с различни геоложки характеристики в р-к “Асарел - Медет”.

Извършена е обработка и анализ на резултатите от измервания с две тотални станции на голям брой измервания – приблизително 250 000. Реперите са разположени в различни видове скали - гранити (20), диорити (21) и вулканични скали (41). Изследвани и отчетени са още влиянието на рефракцията и взривните работи, които са специфични за всеки открит рудник.

Резултатите от обработката са получени, както за относителни премествания по височина, така и за абсолютните премествания на същите точки като скорост на премествания при 24 часови наблюдения и в по-кратък интервал от 3 часа сутрин, които са показани в таблици. Направени са изчисления и изследвания на влиянието на още фактори като надморска височина, относителни премествания по геоложки зони, влияние на взривните работи и др.

Направени са изводи по отношение времето на наблюдение, по отношение влиянието на рефракцията, а така също и съответни предложения.

Извършени са съвместни наблюдения на поставените репери от двете станции и обработка да данните, резултатите са отразени в таблици. Направени са изводи.

В тази глава са отразени и наблюдения на стената на хвостохранилището към р-к „Асарел-Медет“. Използвани са две станции за наблюдение и репери по стената на хвостохранилището, показани са на фиг. 129. Резултатите са показани в таблица и премествания на контролните точки в план. Направени са изводи.

Извършен е корелационен анализ на преместванията по групи точки в близост до контактните геоложки зони. Резултатите са отразени в таблици и графики. Направени са изводи.

### **3.3. Познаване на проблема**

От разгледаните в разработката въпроси, експерименти и начините на тяхното изложение и анализ е очевидно, че докторантът инж. Ясен Прокопов е запознат в детайли с тематиката, има добра информираност за съвременното състояние на проблема. От приложените материали и разработки се вижда, че той е извършвал и практически дейности, обработил е данните от изследванията, направил е анализи, изводи и препоръки самостоятелно. От приложената литературна справка е видно, че инж. Прокопов се интересува и е запознат с различни съвременни методи и технологии на измервания и обработка на данни свързани с измервания на деформации, както в открити рудници за добив на подземни богатства, така и при изследване на деформации на различни съоръжения.

### **4. Наукометрични данни и представяне на получените резултати**

Научните резултати от дисертационния труд са публикувани в 3 самостоятелни и 1 в съавторство научни публикации в различни специализирани научни издания.

Публикациите са на добро научно ниво и представят основните изследвания от дисертационния труд на кандидата Ясен Трифонов Прокопов. Прегледът на трудовете ми дават основание да твърдя, че те съответстват напълно на изискванията на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в МГУ „Св. Иван Рилски“ за образователната и научна степен „доктор“.

### **5. Характеристика и оценка на приносите в дисертационния труд**

Заявените приноси, напълно съответстват на постигнатите резултати от работата на инж. Ясен Прокопов. Приносите на дисертационния труд могат да се определят като научно-приложни и приложни, които са следните:

1. На база обстоен анализ и сравнение на различни методи за изследване на деформационни процеси, включително и разходите за тяхната реализация е обосновано потвърден приложения за рудник “Асарел” подход.

2. Извършена е комплексна оценка и анализ на резултатите при използване на различни технологии - преки геодезически измервания и ГНСС наблюдения, с която е доказано предимството на първата и с цел усъвършенстване на методологията за анализ на деформационни процеси. Отчетена е високата плътност на информацията от радарната интерферометрия, честотата на обновяването и визуализацията ѝ при определяне на потенциално опасни зони и избор на местата на реперите.

3. Оценена и потвърдена е надеждността на първичната информация, по отношение неизменността на станциите, гарантирана с използване на ГНСС и е осигурена възможност за контрол чрез независими измервания на едни и същи репери.

4. Установено е влиянието на атмосферните условия и провеждането на взривни

работи върху качеството на първичните данни, респективно върху параметрите на деформационния процес и са формулирани препоръки за подобряване на функционирането на системата.

5. Чрез използване на геоложко райониране и стабилизиране на репери в обособените типове скали е извършен статистически анализ на векторите на преместване, с което е разкрит характера на деформационния процес в отделните зони, наличие/отсъствие на корелационни зависимости и е оценена тяхната надеждност.

## **6. Оценка на съответствието между автореферата и дисертационния труд**

Авторефератът отразява основните аспекти от съдържанието на дисертационния труд като обхваща най-съществените стъпки при реализиране на представените изследвания и всички постигнати резултати. Написан е стегнато, като представената информация прецизно конкретизира извършените проучвания и допринася за тълкуване на изводите от дисертацията.

## **7. Критични бележки и препоръки**

Разработеният труд от инж. Ясен Трифонов Прокопов на тема „**Методология за анализ на деформации по бордовете и насипищата на открити рудници**“ за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ е написан на много добро научно ниво. Представените резултати от изследванията са добре обосновани теоретично и успешно потвърдени от направените експерименти и реални проекти за изследване на деформации в открити рудници.

Към кандидат докторанта имам следните незначителни технически забележки:

1. В съдържанието на дисертацията е пропусната т. 5.1. Идентифициране на възможни зони на нестабилност
2. В увода е записано „Използвани и цитирани са 152 литературни източника, от които 55 на кирилица и 97 на латиница“. Фактически на кирилица са 66 литературни източника (руските източници са преброени като източници на латиница), на латиница са 86.

Имам препоръка към докторанта, която се отнася до продължаването на изследователската му работа в тази област. Препоръчвам разработената система за мониторинг да се оформи в удобен за използване и комерсиална употреба софтуерен продукт, който да се предлага на предприятията за открит добив на подземни богатства. И другата ми препоръка е - резултатите и анализите от разработката да намерят място при разработване на техническите норми в последващите маркшайдерски дейности при открит добив.

## **8. Заключение**

Представената разработка на тема „**Методология за анализ на деформации по бордовете и насипищата на открити рудници**“ е добре структурирана, представлява едно съвременно геодезическо инженерно решение за изследване на деформации в

открити рудници при добив на подземни богатства. Оценявам разработката като самостоятелно, оригинално и достатъчно значимо изследване за теорията и практиката при изследване на деформации в открити рудници (вкл. и в областта на инженерната геодезия).

Предвид изложеното, с пълна убеденост давам своята положителна оценка за дисертационния труд на тема **„Методология за анализ на деформации по бордовете и насипищата на открити рудници“**. Предлагам на уважаемите членове на научното жури да гласуват решение, с което да се присъди на инж. Ясен Трифонов Прокопов образователна и научна **степен „доктор“ по професионално направление 5.7. Архитектура, строителство и геодезия, научна специалност „Маркшайдерство“**.

28.06.2021 г.  
гр. София

Рецензент:

проф. д-р инж. Илинка Иванова