

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Ректор

Національного технічного
університету «Дніпровська
політехніка»

Олександр АЗІУКОВСЬКИЙ



» 2024 р.

ВИСНОВОК

про новизну, теоретичне та практичне значення результатів докторської дисертації

на тему: «Наукові основи оптимізації взаємодії інноваційного кріплення виробок,
що повторно використовуються, з гірським масивом шахт Західного Донбасу»

здобувача наукового ступеня доктора технічних наук

Снігура Василя Григоровича

за спеціальністю 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин

Фаховий семінар проведений на розширеному засіданні кафедри гірничої інженерії та освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» 15 лютого 2024 року, протокол №3/2.

1. Обґрунтування теми дослідження. Незважаючи на інтенсивний розвиток способів і засобів для відновлюваних джерел енергії та використання альтернативної енергетики, динаміка зростання вуглеводобутку є позитивною як за основними вугледобувними країнами, так і в усьому світі загалом. У цій тенденції однією з найважливіших проблем була і залишається на тривалу перспективу проблема підтримки гірничих виробок, особливо в зонах активного впливу очисних робіт. Специфіка гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов відпрацювання пологих вугільних пластів в Україні (на підконтрольній території) підвищує актуальність даної проблеми з двох основних причин: необхідність швидкого відтворення потрібної протяжності виїмкових виробок у зв'язку з досягнутими високими темпами посування очисних вибоїв (більшість шахт); надійна та ресурсозберігаюча підтримка цих виробок в умовах слабометаморфізованих порід малої міцності. Перша проблема вирішується шляхом повторного використання виїмкових виробок (у Західному Донбасі близько 77%; успішне вирішення другої проблеми пов'язане з необхідністю широкомасштабного застосування інноваційних технічних заходів щодо використання комбінованих анкерних систем (поєднання сталеполімерних і канатних анкерів) у складі кріпильних конструкцій виїмкових виробок, що повторно використовуються). Але недостатня вивченість закономірностей геомеханічних процесів управління гірським тиском, особливо в напрямі мінімізації інтенсивності його проявів при мінливих гірничо-геологічних умовах підтримки виїмкових виробок, що повторно використовуються у слабкометаморфізованому масиві, є головним фактором, який стримує

широкомасштабне застосування інноваційних кріпильних конструкцій з комбінованими анкерними системами.

Тому є дуже актуальною науковою проблемою розробка принципів і підходів до оптимізації режимів взаємодії гірського масиву слабометаморфізованих порід з інноваційними кріпильними конструкціями виїмкових виробок, що повторно використовуються, які базуються на закономірностях впливу їх деформаційно-силових характеристик на процес мінімізації параметрів проявів гірського тиску і дозволяють сформулювати єдину стратегію удосконалення кріпильних систем для підвищення надійності відпрацювання вугільних пластів у складних гірничо-геологічних умовах.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана у відповідності зі «Стратегією розвитку паливно-енергетичного комплексу України до 2030 року» (Вугільна промисловість), Програми «Українське вугілля» і планів держбюджетних робіт Міністерства освіти і науки України в 2017 – 2023 роках: тема ГП-474 «Розвиток наукових основ управління навантаженням кріпильних, охоронних систем повторно використовуваних виробок. Підвищення ефективності протипилового захисту» (№ держреєстрації 0115U002295), тема ГП-493 «Теоретичні та практичні основи управління нестійкими геомеханічними системами «масив – кріплення підземних виробок» (№ держреєстрації 0117U001131), тема ГП-501 «Виявлення закономірностей фазових перетворень газогідратів, напружено-деформованого стану гірського масиву і розробка інноваційних геотехнологій» (№ держреєстрації 0119U000249), тема ГП-504 «Наукові та практичні основи оптимізації розрахунку параметрів інноваційних технологій при видобутку корисних копалин підземним способом» (№ держреєстрації 0120U102077), де автор був виконавцем.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

Наукові положення, що виносяться на захист.

1. Оптимальні параметри деформаційно-силових характеристик кріпильних конструкцій виїмкових виробок, що повторно використовуються, знаходяться у степеневому зв'язку з геомеханічним показником H/R відношення глибини H розміщення виробки до середнього розрахункового опору стиску R літотипів прилеглого масиву. Отримані закономірності дозволяють виробити універсальний підхід до мінімізації проявів гірського тиску за умови слабометаморфізованого масиву.

2. Закономірності оптимізації зв'язку навантаження P на кріплення з його піддатливістю u мають стабільні тенденції зростання за степеневими залежностями від геомеханічного показника H/R у всіх трьох групах узагальнених текстур вуглевмісної товщі, які класифіковані за параметрами літологічних різниць, потужності та коефіцієнту міцності. Це дозволить використовувати єдиний механізм взаємодії армопородних розпірних конструкцій між собою, з рамним кріпленням і прилеглим масивом слабометаморфізованих порід при оптимізації деформаційно-силової характеристики інноваційного кріплення.

3. Деформаційно-силові характеристики інноваційних кріплень мають степеневі залежності зв'язку з геомеханічним показником H/R і комбінацію степеневих з показовими функціями по відношенню до розрахункового опору стиску $R_{зак}$ заанкерованих порід з урахуванням складання вуглевмісного масиву і схем кріпильних конструкцій. Така сталість закономірностей впливу геомеханічних факторів обґрунтовує єдину стратегію ресурсозберігаючого вдосконалення кріпильних конструкцій з комбінованими анкерними системами.

4. Область доцільного застосування комбінованих анкерних систем визначається діапазонами змін геомеханічного показника $H/R \geq 45 - 50$ м/МПа та розрахункового опору стиску $R_{зак} \leq 14 - 20$ МПа. Це дозволить цілеспрямовано впроваджувати інноваційні кріпильні конструкції у тих гірничо-геологічних умовах, де вони забезпечують максимальний ефект підвищення стійкості гірничих виробок.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Вперше розроблено алгоритм мінімізації параметрів проявів гірського тиску стосовно виїмкових виробок, що повторно використовуються і підтримуються у слабометаморфізованому вуглевмісному масиві порід незначної міцності.

2. Обґрунтовано нові методичні положення алгоритму пошуку оптимальних режимів взаємодії кріпильної конструкції та вуглепородного масиву, що відрізняються від відомих поєднанням багатоваріантних обчислювальних експериментів для розрахунку (методом скінченних елементів) деформаційно-силової характеристики масиву, що знеміцнюється, та вдосконаленої нормативної методики для визначення деформаційно-силової характеристики порід склепіння природної рівноваги.

3. Вперше встановлено закономірності зв'язку мінімальних параметрів проявів гірського тиску з геомеханічним показником H/R умов підтримки виїмкових виробок, що повторно використовуються, для основних груп текстур слабометаморфізованого масиву гірських порід.

4. Запропоновано нову концепцію механізму взаємодії розпірних конструкцій (комбіновані анкерні системи) між собою, з рамним кріпленням та прилеглим масивом, яка реалізована шляхом комбінації (при взаємному доповненні) багатоваріантних обчислювальних експериментів та аналітичних методів будівельної механіки.

5. Вперше встановлено закономірності зв'язку параметрів деформаційно-силової характеристики з геомеханічним показником H/R та розрахунковим опором стиску $R_{зак}$ порід заанкерованої покрівлі для трьох основних груп текстур вуглепородного масиву.

6. Вперше обґрунтовано область доцільного застосування комбінованих анкерних систем для підтримки виїмкових виробок, що повторно використовуються в умовах слабометаморфізованого вуглевмісного масиву.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується коректністю постановки та вирішенням задач з використанням апробованих положень механіки гірських порід, будівельної механіки та методів математичної статистики; достатнім обсягом шахтних досліджень стану виїмкових виробок, що повторно використовуються при

анкерному зміцненні приконтурного масиву, у тому числі комбінованими анкерними системами, задовільним ступенем відповідності результатів аналітичних досліджень та чисельного моделювання з експериментальними даними з відхиленнями в діапазоні від декількох відсотків до 20 – 30% для різних кріпильних конструкцій; позитивними результатами впровадження розроблених рекомендацій.

4. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації.

Теоретичне значення роботи полягає у встановленні закономірностей зв'язку оптимальних режимів взаємодії вуглевмісного масиву і кріпильних конструкцій, що включають комбіновані анкерні системи, їх деформаційно-силових характеристик з геомеханічними факторами підтримки виїмкових виробок, які повторно використовуються в умовах слабометаморфізованих гірських порід малої міцності, що в сукупності сформувавши наукові основи для ресурсозберігаючого вдосконалення конструктивно-технологічних схем відпрацювання вугільних пластів у складних гірничо-геологічних умовах.

Практичне значення отриманих результатів:

1. Розроблено методику керування параметрами проявів гірського тиску, яка дозволяє мінімізувати їх інтенсивність залежно від геомеханічних факторів підтримки виробок, що повторно використовуються у слабометаморфізованому вуглевмісному масиві.

2. Створено узагальнюючу методику розрахунку деформаційно-силових характеристик серії кріпильних конструкцій, що включають сталеполімерні та канатні анкери.

3. Розроблено методику вибору раціональних кріпильних конструкцій з комбінованими анкерними системами.

4. Розроблено рекомендації з ресурсозберігаючої підтримки виїмкових виробок, що повторно використовуються у слабометаморфізованих вуглевміщуючих породах.

5. Рекомендації впроваджено на шахті «Павлоградська» ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» (20 виробок). Отримано економічний ефект – 142,34 млн грн.

6. Рекомендації впроваджено на шахті ім. Героїв Космосу ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» (8 виробок). Отримано економічний ефект – 54,85 млн грн.

5. Використання результатів дослідження.

Результати дисертаційної роботи протягом 2014 – 2024 рр. впроваджено на вугільних шахтах Західного Донбасу та у навчальному процесі, а саме:

1. Методика прогнозу небезпечних зон при сумісному відпрацюванні пластів вугілля Західного Донбасу. – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 26 с.

2. Методика керування параметрами проявів гірського тиску при повторному використанні виїмкових виробок на шахтах ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля». – Дніпро: ЛізуновПрес, 2020. – 23 с.

3. Методика вибору раціональних кріпильних конструкцій з комбінованими анкерними системами для вугільних шахт України. – Дніпро: ЛПрес, 2023. – 30 с.

4. Рекомендації з ресурсозберігаючої підтримки виїмкових виробок, що повторно використовуються у слабометаморфізованих вуглевміщуючих породах (2023 р.).

5. Навчальні програми підготовки бакалаврів і магістрів з дисциплін: «Механіка гірських порід», «Гірнична інженерія», «Моделювання геомеханічних систем у задачах підземного видобутку корисних копалин» у НТУ «Дніпровська політехніка» (2018 – 2023 рр.).

Фактичний річний економічний ефект від впровадження наукових розробок становить 388,35 млн грн. Частина автора при використанні рекомендацій, науково-методичних і конструктивно-технологічних рішень становить 20% від загального економічного ефекту, тобто 77,67 млн грн.

6. Особистий внесок здобувача полягає у формулюванні проблеми, мети, ідеї, завдань досліджень, наукових положень, висновків та рекомендацій щодо їх практичної реалізації; особисто проведено аналіз та узагальнення методів досліджень і досвіду застосування ресурсозберігаючих технологій зміцнення приконтурного масиву сталеполімерними та канатними анкерами для підвищення стійкості виїмкових виробок, що повторно використовуються і підтримуються у вуглевмісному масиві слабометаморфізованих гірських порід; обґрунтовано концепції шляхів оптимізації режимів взаємодії гірського масиву з кріпильними конструкціями, що включають комбіновані анкерні системи; отримано закономірності зв'язку оптимальних параметрів проявів гірського тиску, раціональних деформаційно-силових характеристик інноваційних кріпильних конструкцій з геомеханічними факторами умов відпрацювання вугільних пластів; розроблено методики управління параметрами проявів гірського тиску та вибору раціональних кріпильних конструкцій. Автор безпосередньо брав участь в експериментальних дослідженнях, апробації та впровадженні результатів роботи. Текст дисертації викладено автором особисто.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі гірничої інженерії та освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, рецензенти дійшли висновку, що дисертаційна робота Снігура Василя Григоровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело. Дисертація характеризується єдністю змісту та відповідає вимогам щодо її оформлення.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

Основні результати досліджень опубліковані в 33 наукових працях, у тому числі: 2 колективні монографії (1 – англійською мовою у видавництві CRC Press/Balkema); 10 статей у періодичних виданнях, включених до переліку фахових наукових видань України; 4 статті у періодичних виданнях, що індексуються у базах даних Scopus і WoS (квартиль Q_2) і прирівнюються до 12 публікацій; 13 публікацій у матеріалах міжнародних конференцій, 4 публікації у інших виданнях.

Основні положення і результати дисертації були опубліковані в наступних роботах:

1. Бондаренко, В.И., Ковалевская, И.А., Симанович, Г.А., Барабаш, М.В., Снігур, В.Г., & Гусев, А.С. (2017). *Комбинированные анкерные системы для повторного использования горных выработок*. Дніпро, Україна: ЛізуновПрес, 188 с.

2. Bondarenko, V., Kovalevska, I., Symanovych, H., Barabash, M., Chervatiuk, V., Husiev, O., & **Snihur, V.** (2020). *Combined roff-bolting systems of mine workings*. The Netherlands: CRC Press/Balkema, 254.
3. **Снигур, В.Г.** (2014). Закономерности пучения пород почвы пластовых выработок. *Уголь Украины*, (7), 3-5.
4. Ковалевская, И.А., **Снигур, В.Г.**, Симанович, Г.А., & Гусев, А.С. (2014). Обоснование и расчет канатных анкеров в крепежной системе выемочных выработок. *Уголь Украины*, (12), 30-33.
5. Бондаренко, В.И., **Снигур, В.Г.**, Ковалевская, И.А., Симанович, Г.А., & Гусев, А.С. (2015). Конструкции и оптимизация параметров опорных плит крепи горных выработок из спецпрофиля СВП. *Уголь Украины*, (3-4), 55-59.
6. Symanovych, G.A., Chervatiuk, V.G., **Snigur, V.G.**, & Malykhin, O.V. (2015). Displacement mechanism of above-the-coal strata and loading on support along extraction mine working behind the longwall. *Mining of Mineral Deposits*, 9(3), 299-306. <https://doi.org/10.15407/mining09.03.299>
7. **Snihur, V.**, Malashkevych, D., & Vvedenska, T. (2016). Tendencies of coal industry development in Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*, 10(2), 1-8. <https://doi.org/10.15407/mining10.02.001>
8. Bondarenko, V., Hardygora, M., Symanovych, H., Sotskov, V., & **Snihur, V.** (2016). Numerical methods of geomechanics tasks solution during coal deposits' development. *Mining of Mineral Deposits*, 10(3): 1-12. <https://doi.org/10.15407/mining10.03.001>
9. Kovalevska, I., Symanovych, H., Barabash, M., & **Snihur, V.** (2017). Research into rock pressure manifestations in interstratal rocks during descending and simultaneous mining of C₉ and C₁₀^{top} coal seams. *Mining of Mineral Deposits*, 11(1), 50-56. <https://doi.org/10.15407/mining11.01.050>
10. Kovalevska, I., Barabash, M., & **Snihur, V.** (2018). Development of a research methodology and analysis of the stress state of a parting under the joint and downward mining of coal seams. *Mining of Mineral Deposits*, 12(1), 76-84. <https://doi.org/10.15407/mining12.01.076>
11. Ковалевская, И.А., Гусев, А.С., **Снигур, В.Г.**, & Малова, О.К. (2019). Экспериментальные исследования устойчивости выемочных выработок в весьма слабых породах. *Геотехнічна механіка*, (144), 218-228.
12. **Снігур, В.Г.** (2022). Методологічні принципи та рекомендації з розробки інноваційних технологій підтримки виробок, що повторно використовуються, на шахтах Західного Донбасу. *Збірник наукових праць НГУ*, (68), 67-80. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/68.067>
13. Kovalevska, I., Zhuravkov, M., Chervatiuk V., Husiev, O., & **Snihur, V.** (2019). Generalization of trends in the influence of geomechanics factors on the choice of operation modes for the fastening system in the preparatory mine workings. *Mining of Mineral Deposits*, 13(3), 1-11. <https://doi.org/10.33271/mining13.03.001>
14. Bondarenko, V.I., Kovalevska, I., Symanovych, H., Barabash, M., & **Snihur, V.** (2020). Peculiarities of mining the protecting pillar in the laminal massif of soft rocks. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (5), 17-25. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-5/017>

15. Bondarenko, V., Kovalevska, I., Cawood, F., Husiev, O., **Snihur, V.**, & Jimu, D. (2021). Development and testing of an algorithm for calculating the load on support of mine workings. *Mining of Mineral Deposits*, 15(1), 1-10. <https://doi.org/10.33271/mining15.01.001>
16. **Snihur, V.**, Bondarenko V., Kovalevska I., Husiev O., & Shaikhislamova I. (2022). Optimization solution substantiation for resource-saving maintenance of workings. *Mining of Mineral Deposits*, 16(1), 9-18. <https://doi.org/10.33271/mining16.01.009>
17. **Snigur, V.**, Kovalevska, I., Symanovych, G., & Gusiev, O. (2015). Formation of limit equilibrium zone in marginal rocks of excavation mine working. *Szkola Eksploatacyj Podzemnej*.
18. Бондаренко, В., **Снигур, В.**, & Соцков, В. (2016). Разработка и анализ геомеханической модели селективной выемки пласта C_8^H шахты «Западно-Донбасская». *Школа підземної розробки: міжнар. наук.-практ. конф.*: тези доп. (с. 33-34). Бердянськ, Україна.
19. **Снигур, В.**, Малашкевич, Д., & Русских, В. (2016). Особенности технологии селективной отработки тонких и весьма тонких угольных пластов. *Школа підземної розробки: міжнар. наук.-практ. конф.*: тези доп. (с. 23-24). Бердянськ, Україна.
20. **Snihur, V.**, Varabash, M., & Malashkevych, D. (2018). The main trends of coal mining in Ukraine. *Szkola Eksploatacyj Podzemnej*. Krakow, Poland.
21. Ковалевская, И., **Снигур, В.**, Малова, О., & Малашкевич, Д. (2018). Воздействие песчаника на структурные преобразования почвы отработываемого пласта. *Українська школа гірничої інженерії: міжнар. наук.-практ. конф.*: тези доп. (с. 17-18). Бердянськ, Україна.
22. Bondarenko, V., Kovalevska, I., Symanovych, H., Varabash, M., & **Snihur, V.** (2018). Assessment of parting rocks weak zones under the joint and downward mining of coal seams. *E3S Web of Conferences*, (66), 03001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186603001>
23. Kovalevska, I., Varabash, M., Husiev, O., & **Snihur, V.** (2018). Interaction of deformation-strength characteristics of the support load-bearing elements in the preparatory workings. *E3S Web of Conferences*, (60), 00002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000002>
24. **Snigur, V.**, Kovalevska, I., Symanovych, G., Gusiev, O., & Biatov, S. (2019). Influence of geomechanical factors on the state of development workings. In *Szkola Eksploatacyj Podzemnej* (25-27 February), Krakow, Poland.
25. Kovalevska, I., Pilecki, Z., Husiev, O., & **Snihur, V.** (2019). Assessment of the mutual influence of deformation-strength characteristics of the fastening system elements. *E3S Web of Conferences*, (123), 01006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301006>
26. Bondarenko, V., Kovalevska, I., Husiev, O., **Snihur, V.**, & Salieiev, I. (2019). Concept of workings reuse with application of resource-saving bolting systems. *E3S Web of Conferences*, (133), 02001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913302001>
27. Ковалевская, И.А., Гусев, А., & **Снигур, В.** (2019). Оценка взаимовлияния деформационно-силовых характеристик элементов крепежной системы. *Українська школа гірничої інженерії: міжнар. наук.-практ. конф.*: тези доп. (с. 15-16). Бердянськ, Україна. <https://doi.org/10.33271/usme13.015>

28. Ковалевская, И., Снигур, В., & Гусев, А. (2020). Устойчивость надрабатываемого слабометаморфизированного массива вокруг горной выработки. *Українська школа гірничої інженерії: міжнар. наук.-практ. конф.: тези доп.* (с. 9-10). Бердянськ, Україна. <https://doi.org/10.33271/usme14.009>

29. Барабаш, М., Ковалевская, И., & Снигур, В. (2021). Основные принципы разработки рекомендаций по инновационным технологиям поддержания повторно используемых выработок. *Українська школа гірничої інженерії: міжнар. наук.-практ. конф.: тези доп.* (с. 7-8). Бердянськ, Україна. <https://doi.org/10.33271/usme15.007>

30. Symanovych, G., Astafiev, D., Vivcharenko, O., & Snigur, V. (2015). Increasing of yielding of frame-anchor support steadiness. *New Developments in Mining Engineering 2015: Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining*, 45-48. <https://doi.org/10.1201/b19901-9>

31. Бондаренко В.И., Ковалевская, И.А., Симанович, Г.А., Барабаш М.В., & Снигур, В.Г. (2017). Влияние горизонтальных напряжений на структурные преобразования пород междупластья совместно отрабатываемых угольных пластов c^B_{10} и c_9 . *Уголь Украины*, (4), 35-39.

32. Ковалевская, И.А., Барабаш, М.В., Снигур, В.Г., & Малова, О.К. (2018). Влияние песчаника на формирование аномалий горного давления в почве пласта, отрабатываемого в свите первым. *Уголь Украины*, (3):12-16.

33. Ковалевская, И.А., Симанович, Г.А., Гусев, А.С., & Снигур, В.Г. (2018). К обоснованию повышения устойчивости выемочных выработок в весьма слабых породах. *Уголь Украины*, (12), 4-9.

Особистий внесок автора в роботи, що опубліковані у співавторстві:
 [1, 2] – проведення експериментальних досліджень, аналіз та обробка результатів;
 [4, 11, 33] – розрахунок та аналіз НДС кріплення; [5] – розробка конструкції опорних плит; [6, 8, 30 – 32] – обґрунтування параметрів рамно-анкерного кріплення; [7] – аналіз тенденцій видобутку вугілля; [9, 10, 22, 23] – аналіз НДС вантажонесучих елементів кріпильної системи; [13 – 16, 25, 26] – аналіз літературних систем, опрацювання та систематизація даних; [17, 19, 24, 27] – аналіз гірничотехнічних умов; [18, 21, 28] – розробка геомеханічної моделі; [20] – аналіз трендів вугільної промисловості України; [29] – вибір інноваційних технологій підтримання гірничих виробок.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Снігура Василя Григоровича на тему: «Наукові основи оптимізації взаємодії інноваційного кріплення виробок, що повторно використовуються, з гірським масивом шахт Західного Донбасу», яка подана на здобуття ступеня доктора технічних наук, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 7 та 9 «Порядок присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року №1197, та паспортом спеціальності 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

Дисертаційну роботу «Наукові основи оптимізації взаємодії інноваційного кріплення виробок, що повторно використовуються, з гірським масивом шахт Західного Донбасу», подану Снігуром Василем Григоровичем на здобуття ступеня доктора технічних наук, до захисту.

Рецензенти:

Доктор технічних наук, професор,
професор кафедри гірничої інженерії
та освіти



Роман ДИЧКОВСЬКИЙ

Доктор технічних наук, професор,
професор кафедри прикладної
математики



Олена СДВИЖКОВА

Доктор технічних наук, професор,
професор кафедри гідрогеології та
інженерної геології



Олександр ІНКІН