

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ ІМ. М.С. ПОЛЯКОВА

XXIII МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

*Геотехнічні проблеми розробки родовищ*

Матеріали конференції



Дніпро, 2025

УДК 622.02:539.3

**Геотехнічні проблеми розробки родовищ:** Матеріали XXIII Міжнародної конференції молодих вчених (23 жовтня 2025 року, м. Дніпро). – Дніпро: Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, 2025. – 197 с.

**Geotechnical problems of mining of mineral deposits:** Proceedings of the XXIII International Conference of Young Scientists (October 23, 2025, Dnipro). – Dnipro: M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the NAS of Ukraine, 2025. – 197 p.

Редакційна колегія:

Булат А.Ф., академік НАН України (головний редактор)  
Четверик М.С., д-р техн. наук (заступник головного редактора)  
Бубнова О.А., канд. техн. наук (редактор видання)  
Бабій К.В., чл.-кор. НАН України  
Баранов В.А., д-р геол. наук  
Безручко К.А., д-р геол. наук  
Блюсс Б.О., чл.-кор. НАН України  
Мінєєв С.П., д-р техн. наук  
Пимоненко Л.І., д-р геол. наук  
Семененко Є.В., д-р техн. наук  
Шевченко В.Г., д-р техн. наук  
Шевченко Г.О., д-р техн. наук

У збірнику містяться матеріали XXIII Міжнародної конференції молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ», яка відбулась 23 жовтня 2025 року в Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України.

Матеріали опубліковані в авторській редакції. За зміст та достовірність матеріалів, поданих у збірнику, відповідальність несуть автори.

© Інститут геотехнічної механіки  
ім. М.С. Полякова НАН України, 2025

ЗМІСТ

<i>Дудля К.Є., Власенко В.В., Агаєв Р.А.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ НОРМАЛЬНОСТІ РОЗПОДІЛУ РЕЗУЛЬТАТІВ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ ДІЇ	8
<i>Nurzhigit Smailov, Bekmurza Amirkhan, Yussupova Gulbakhar, Baigulbayeva Moldir.</i> DYNAMIC CONTROL OF DISTRIBUTED ANTENNA SYSTEMS TO IMPROVE COMMUNICATION QUALITY IN UNDERGROUND MINING TUNNELS	11
<i>Ішков В.В., Дрешпак О.С., Пащенко П.С., Козій Є.С., Ішкова Є.В.</i> ПРО ТРАНСФОРМАЦІЮ СУБСТРУКТУРИ КВАРЦУ В ГРАНІТАХ СТАРОКАЙДАЦЬКОГО РОДОВИЩА ПІД ДІЄЮ ВИБУХОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ	13
<i>Руднєв Є.С.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ СІРКИ В МІНЕРАЛЬНИХ ДОМІШКАХ З МЕТОЮ ПРОЯВУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШАХТОПЛАСТІВ	17
<i>Опарін С.А., Шевченко В.Г., Давидов С.Л.</i> ЗАКОНОМІРНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОЧИЩЕННЯ ТА РОЗДІЛЕННЯ ВОДНЕВМІСНИХ ГАЗІВ, ОТРИМАНИХ ПРИ ГАЗИФІКАЦІЇ ТВЕРДИХ ВУГЛЕЦЕВМІСНИХ СЕРЕДОВИЩ	22
<i>Nurzhigit Smailov, Bekmurza Amirkhan, Yussupova Gulbakhar, Baigulbayeva Moldir.</i> ENHANCING THE EFFICIENCY OF DISTRIBUTED ANTENNA SYSTEMS IN MINING OPERATIONS THROUGH ARTIFICIAL INTELLIGENCE	24
<i>Ішков В.В., Пащенко П.С., Козій Є.С., Дрешпак О.С., Березняк О.О., Березняк О.О.</i> ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ УРАНОВИХ РОДОВИЩ ТИПУ АТАБАСКА	27
<i>Мінєєв С.П., Демченко С.В., Антончик В.Є., Авраменко С.О.</i> РЯТУВАЛЬНА КАМЕРА У СИСТЕМІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ШАХТ	31
<i>Batur M.O.</i> APPLICATION OF KALMAN FILTER FOR REAL-TIME METHANE CONCENTRATION ESTIMATION IN COAL MINES	35
<i>Головко Ю.М., Перепелиця А.Ю., Назаренко К.Д.</i> ОЦІНКА ЖОРСТКОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ ШАХТНИХ ГЕОФОНІВ	38
<i>Сідней С.О., Школяр Є.В., Мотрічук Р.Б., Іщенко І.І.</i> ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ТА ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕКА В ПРОЦЕСАХ БУРІННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН	42

---

<i>Кирсанов О.Л.</i> ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВИРОБОК НА ВСІХ ЕТАПАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ У СТРУКТУРНО-НЕОДНОРІДНОМУ ПОРОДНОМУ МАСИВІ НА ПРИКЛАДІ 1 ПІВДЕННОГО КОНВЕЄРНОГО ШТРЕКУ БЛОКУ 9 ПРАТ ШУ «ПОКРОВСЬКЕ»	43
<i>Говоруха В.В., Говоруха А.В., Собко Т.П., Семидітна Л.П.</i> ПОКАЗНИКИ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРУЖНОСТІ, ДИСИПАЦІЇ ТА ЗАЛИШКОВОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПІДРЕЙКОВИХ ПРОКЛАДОК КОЛІЙНОЇ СТРУКТУРИ РЕЙКОВОГО ТРАНСПОРТУ	48
<i>Кириченко І.Г., Бруй Г.В.</i> МАРКШЕЙДЕРСЬКО-ГЕОДЕЗИЧНИЙ СУПРОВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО 3D ПЛАНУ ІНФРАСТРУКТУРИ ГІРНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА	50
<i>Лисиця М.І., Агальцов Г.М., Новікова А.В., Калганков Є.В.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ УРІЗАННЯ КОНВЕЄРНИХ СТРИЧОК	54
<i>Панфілов Т.Ю., Нетребко В.В., Михайлов О.В.</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ РУЙНУВАННЯ ПІКИ ГІДРОМОЛОТА ЕКСКАВАТОРА ТА НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ СТІЙКОСТІ	57
<i>Михайлов О.В., Нетребко В.В., Панфілов Т.Ю.</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ЗНОШУВАННЯ ЗУБІВ КОВШІВ ЕКСКАВАТОРІВ ТА НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЗНОСОСТІЙКОСТІ	60
<i>Mekhmonov M.R., Kivanov D.R.</i> INFLUENCE OF SLOPE ANGLE AND BENCH HEIGHT ON THE FACTOR OF SAFETY	64
<i>Ішков В.В., Козій Є.С., Колчев К.М., Пащенко П.С., Дрешняк О.С.</i> ПРО ПОТЕНЦІАЛ ТОРФУ У ВИРОБНИЦТВІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	66
<i>Mekhmonov M.R.</i> EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF ACOUSTIC STIMULATION ON THE FILTRATION PROPERTIES OF SATURATED POROUS MEDIA IN URANIUM RESERVOIRS	69
<i>Махінько А.О., Налісько М.М.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ЛАБОРАТОРНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ВИБУХОВОГО ІМПУЛЬСУ	71
<i>Говоруха О.В., Рябко А.І.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ ФУНКЦІЇ ГЕОМЕХАНІЧНОЇ МОДЕЛІ СТІЙКОСТІ ГІДРОТЕХНІЧНОЇ СПОРУДИ	74

---

<i>Хорольський А.О.</i> МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗОЛЬНОСТІ ГІРСЬКОЇ МАСИ НА ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА НА СТАДІЇ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ	77
<i>Бубнова О.А., Вехновський І.Є., Мартиненко Є.Д.</i> СУЧАСНІ ГЕОДЕЗИЧНІ МЕТОДИ ПРИ ВИМІРЮВАННЯХ ГЛИБИН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ХВОСТОСХОВИЩ	81
<i>Ігнатов А.О., Літвінов Я.М.</i> ВИВЧЕННЯ ПРИЙМІВ ВИКОНАННЯ РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ У ВОДОЗАБІРНИХ СВЕРДЛОВИНАХ	83
<i>Мінко О.Ю., Рябко А.І.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ТОЧОК СПОСТЕРЕЖЕННЯ МОНІТОРИНГУ ХВОСТОСХОВИЩ ПІД ЧАС ТА ПІСЛЯ ЗАВЕРШЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ	87
<i>Ігнатов А.О., Літвінов В.М., Аскеров І.К.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ БУРІННЯ ВОДОЗАБІРНИХ СВЕРДЛОВИН ЗА ДОПОМОГОЮ МАШИН УДАРНОЇ ДІЇ	89
<i>Латшин Є.С., Шевченко О.І.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТОНКОГО ВІБРОУДАРНОГО ГРОХОЧЕННЯ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕХНОГЕННИХ ВІДХОДІВ	95
<i>Петльований М.В.</i> МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОМЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У МАСИВІ ГІРСЬКИХ ПОРІД ЗАЛІЗОРУДНИХ РОДОВИЩ КРИВБАСУ	101
<i>Mirzalieva M.M.</i> AN INTEGRATED APPROACH TO MITIGATING DUST AND GAS CONTAMINATION IN DEEP OPEN-PIT MINES	105
<i>Покшевницький А.С.</i> ГЕОХІМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ТОРФОВИХ РОДОВИЩ	107
<i>Медведєва О.О., Ворон О.А., Гальченко З.С.</i> РЕВІТАЛІЗАЦІЯ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	110
<i>Mirzalieva M.M.</i> IMPROVEMENT OF BLASTING TECHNOLOGY TO REDUCE DUST AND GAS FORMATION IN OPEN-PIT MINES	115
<i>Медведєва О.О., Гальченко З.С.</i> ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ НА ВІДПРАЦЬОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ ГІРНИЧОДОБУВНИХ РЕГІОНІВ	117

---

<i>Nosyrov U.F., Gaibnazarov B.A., Khasanov O.A., Mavlyanov A.A.</i> INCREASING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF BLASTING OPERATIONS IN WATERED WELLS THROUGH THE USE OF REAGENTS	122
<i>Єлатонцев Д.О.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСПЕРСНОЇ ФАЗИ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВИХ ВОД	125
<i>Пилипенко Ю.М., Макеєв С.Ю.</i> МАТРИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД	129
<i>Новіков Л.А., Халапсіс Д.О.</i> РУХ ЧАСТИНОК ПИЛУ В РЕЗУЛЬТАТІ ДЕТОНАЦІЇ СВЕРДЛОВИННИХ ЗАРЯДІВ	131
<i>Ішков В.В., Світличний Е.О., Швець Р.С., Трофименко М.О., Труфанова Л.П.</i> ПРО МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД ТА СТРУКТУРУ СЕЧОВИХ КАМЕНІВ МЕШКАНЦІВ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	134
<i>Пилипчук Д.І., Григор'єв Ю.І.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНОГО СТОХАСТИЧНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ АДАПТИВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ МОБІЛЬНИХ ДРОБАРНО-ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ У ГЛИБОКИХ КАР'ЄРАХ	138
<i>Медведева О.О., Фоменко А.В.</i> НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ ДАМБИ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ДЛЯ ГЗК КРИВБАСУ	141
<i>Abduvaitov A.M.</i> TECHNOLOGY OF FINE WATER SPRAYING FOR DUST CONTROL IN MINING PRODUCTION AREAS	145
<i>Медведева О.О., Кебус С.В.</i> АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ЕКОСИСТЕМУ УКРАЇНИ	146
<i>Терешко Д.П., Темченко О.А.</i> ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН ПІДЗЕМНИМ І ВІДКРИТИМ СПОСОБОМ	149
<i>Молокова С.В.</i> АНАЛІЗ ПРИЧИН ТА СТРАТЕГІЇ МІНІМІЗАЦІЇ ДЕФОРМАЦІЇ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ТА ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД В ЗОНІ ВПЛИВУ ГІРНИЧИХ РОБІТ	151
<i>Четверик М.С., Ікол О.О., Малєєв Є.В., Рюміна Д.М.</i> ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ ФЛЮОРИТІВ В УКРАЇНІ	156
<i>Піцик О.В.</i> СУЧАСНИЙ СТАН ТЕХНОГЕННИХ ОБ'ЄКТІВ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ	159

---

<i>Abdovaitov A.M.</i> “MECHANICAL TREES” – AN INNOVATIVE SOLUTION FOR COMBATING CARBON DIOXIDE AND IMPROVING THE ENVIRONMENT	163
<i>Тинина С.В., Власенко В.В., Кулак Є.А., Куц О.В.</i> РИЗИКИ ЯК НЕВІД’ЄМНА СКЛАДОВА ГЕОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ	167
<i>Остапенко Н.С., Крючкова С.В., Кириченко В.А., Бондаренко Л.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ УМОВ ОЧИЩЕННЯ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ВОД, УТВОРЕНИХ З ВІДХОДІВ ПЕРЕРОБКИ УРАНОВИХ РУД	170
<i>Levchenko Kateryna, Bagdollauly Yessen.</i> RELEVANCE OF OZONATION OF MINE AND QUARRY WATERS	173
<i>Чоботько І.І.</i> ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МОНИТОРИНГУ САМОЗАЙМАННЯ ВІДХОДІВ ВУГЛЕВИДОБУТКУ З ЗАСТОСУВАННЯМ БПЛА	175
<i>Antipovych Yana, Kunecki Piotr.</i> GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF REE DISTRIBUTION IN COAL COMBUSTION FLY ASH	178
<i>Остапенко Н.С., Крючкова С.В., Кириченко В.А., Бондаренко Л.В.</i> ДО ПИТАННЯ ЩОДО ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОНАННЯ ОСНОВНИХ ЗАВДАНЬ З ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ХВОСТОСХОВИЩ ПІСЛЯ ЗАВЕРШЕННЯ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	181
<i>Васильєв Д.Л., Кресс Д.В.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД ПРИ ВІДКРИТІЙ РОЗРОБЦІ ЗАЛІЗОРУДНИХ РОДОВИЩ	185
<i>Тимошук В.І., Шерстюк Є.А., Сінкевич Д.С., Сармін І.К., Куюн Д.С.</i> ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ТЕХНОГЕННОГО ПОРОДНОГО МАСИВУ В УМОВАХ ВИПЕРЕДЖАЛЬНОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПІДРОБЛЮВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ	188
<i>Малеєв Є.В., Ікол О.О., Куантай А.С.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ГІРНИЧОЇ МАСИ ВІДВАЛІВ У ПРОЦЕСАХ ГІРНИЧОТЕХНІЧНОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ	192

---

## APPLICATION OF KALMAN FILTER FOR REAL-TIME METHANE CONCENTRATION ESTIMATION IN COAL MINES

<sup>1,2</sup>*Batur M.O., Ph.D. in Geomatics Engineering*

<sup>1</sup>*Technical University "Metinvest Polytechnic" LLC, Mining and Metallurgy Faculty, Department of Mining;* <sup>2</sup>*Alumni (Ph.D., Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Geomatics Engineering)*

**Abstract.** This study applies a one-dimensional Kalman Filter (KF) to improve methane concentration estimation using simulated noisy sensor data. The true concentration was modeled as a slowly varying random walk, and measurements were corrupted with Gaussian noise to mimic sensor inaccuracies. Implemented in MATLAB, the KF iteratively predicts and updates the concentration by optimally combining prior estimates with measurements. Results show that the KF effectively smooths fluctuations, closely tracks the true concentration, and outperforms raw sensor readings, quickly converging from initial offsets. Integrating KF-based estimation into methane monitoring enhances safety by providing stable, accurate real-time data, reducing false alarms, and supporting timely decision-making.

**Introduction.** Methane is a highly combustible gas commonly found in coal mines. Accumulation of methane above safe thresholds can lead to explosions, posing severe hazards to miners [1]. Conventional sensors measure methane concentrations directly; however, these measurements are often affected by sensor noise, environmental variability, and measurement errors [2]. Accurate estimation of methane concentration in real time is therefore critical for safety monitoring and decision-making in coal mine operations.

Recent studies have emphasized the importance of developing advanced monitoring and predictive tools for underground mining safety. For instance, [3] proposed a computer-integrated monitoring technology with decision-support functions to detect unauthorized disturbances in methane sensor operation, highlighting the necessity of reliable signal processing for gas safety systems. Similarly, simulation-based approaches have been applied to other mining hazards, such as predicting water inrush risks in coal seams under aquifers using numerical modeling in ANSYS, which demonstrates how advanced computational techniques can support safety decision-making in complex mining environments [4].

Within this context, Kalman Filters (KF) offer a robust and widely adopted framework for signal processing and state estimation in uncertain and noisy conditions [5]. The KF provides an optimal estimate of system states by combining prior predictions with noisy sensor data, thereby reducing uncertainty and improving reliability. While previous research has focused on monitoring technologies and numerical simulations for mining safety, this study explores the application of a one-dimensional KF to improve the accuracy of methane concentration monitoring in coal mines using simulated sensor data. By integrating KF-based estimation, the monitoring of explosive gases in underground mining can be made more reliable, enhancing both worker safety and operational decision-making.

**Objective of the Study.** The primary objective of this study is to implement and evaluate a KF for real-time estimation of methane concentration in coal mines, using noisy sensor measurements. Specific objectives include: (1) Simulating methane concentration dynamics in a coal mine environment. (2) Applying a one-dimensional

KF to reduce measurement noise. (3) Comparing filtered estimates with raw sensor data to demonstrate performance improvements.

**Methods.** The true methane concentration was modeled as a slowly varying random walk to mimic realistic underground fluctuations. Measurements were generated by adding Gaussian noise to the true concentration, simulating typical sensor inaccuracies.

A one-dimensional KF was used to estimate the true methane concentration based on noisy measurements. The KF algorithm consists of two main steps: Prediction and Update. On the first step, the current estimate is predicted from the previous state, assuming minimal changes between consecutive time steps. On the second step, the predicted estimate is updated using the current noisy measurement, weighted by the Kalman Gain, which balances the trust between prediction and measurement. The process noise covariance and measurement noise covariance were chosen to represent system uncertainty and sensor accuracy, respectively.

A numerical simulation was implemented in MATLAB with 50 time steps. The KF estimated the methane concentration at each time step and was compared against the noisy measurements and true values. Table 1 summarizes the step-by-step implementation of the KF for methane concentration monitoring in a coal mine using MATLAB.

Table 1 – KF implementation steps

Step	Description
Define simulation parameters	Set number of time steps, initialize vectors for true methane concentration and noisy measurements
Generate true methane concentration	Simulate a slowly varying true concentration using a random walk model
Add measurement noise	Generate noisy sensor measurements by adding Gaussian noise
Initialize KF variables	Define initial estimate, error covariance, process noise, and measurement noise
Prediction step	Predict the next state and update error covariance
Update step	Compute Kalman Gain, correct the prediction using the measurement, and update covariance
Loop for all time steps	Repeat prediction and update steps for all iterations
Plot results	Compare true methane, noisy measurements, and Kalman estimates

The procedure begins with defining the simulation parameters and generating a slowly varying true methane concentration through a random walk model. Noisy sensor measurements are then simulated by adding Gaussian noise. The KF is initialized with an initial state estimate, error covariance, and predefined process and measurement noise values. The algorithm proceeds iteratively with prediction and update steps: the prediction estimates the state and error covariance, while the update corrects the prediction using new measurements and the Kalman Gain. These steps are repeated across all time steps, and the final results are visualized by plotting the true concentration, noisy measurements, and the KF estimates.

**Results and Discussions.** Figure 1 presents the application of the KF to estimate methane concentration in a coal mine environment. The true methane concentration, modeled as a slowly varying process, is represented by the green line. The red markers correspond to noisy sensor measurements, which fluctuate significantly around the true values due to Gaussian noise. The KF estimate, shown in blue, demonstrates the filter's ability to reduce measurement noise and provide a more reliable estimate of the underlying methane concentration.

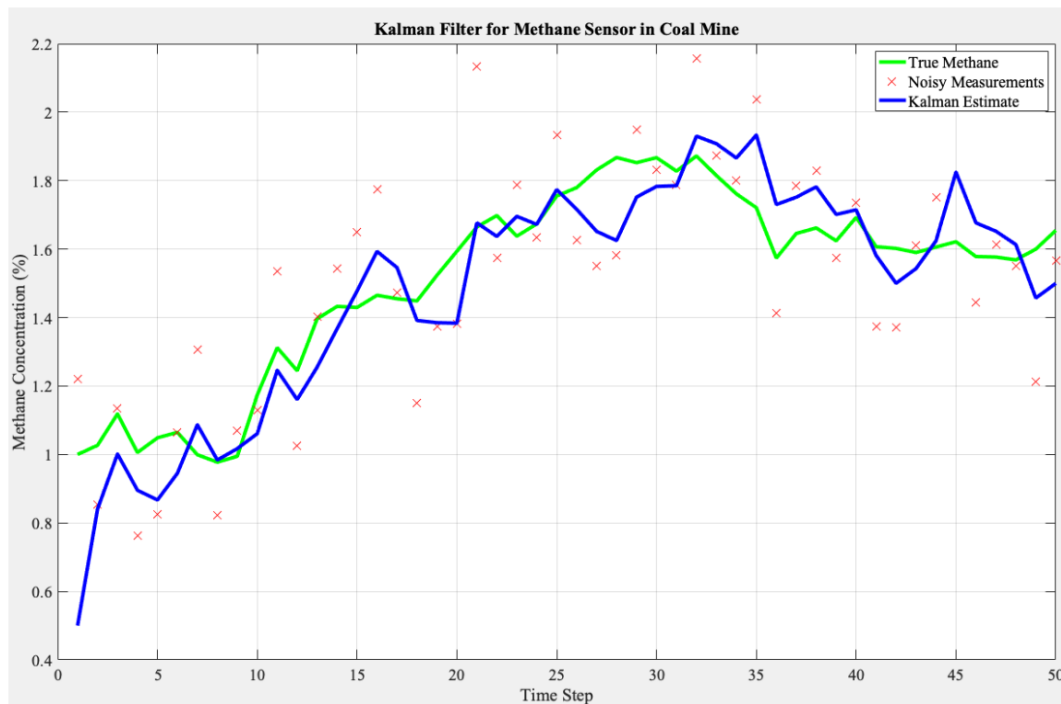


Figure 1 – KF for methane sensor in coal mine

The results highlight that the KF effectively smooths the fluctuations in sensor readings while closely tracking the true concentration. At early time steps, the filter starts with an initial offset due to the low prior estimate, but it quickly converges toward the actual concentration. Over the simulation period, the KF estimate consistently remains closer to the true methane values compared to raw sensor measurements, thereby demonstrating its robustness in handling noisy data.

This outcome has practical implications for underground mining operations, where methane concentration monitoring is critical for safety. By integrating KF into sensor systems, mine operators can obtain more stable and accurate readings, allowing for earlier detection of hazardous gas accumulations and reducing false alarms caused by sensor noise. Moreover, the balance between process noise and measurement noise plays a key role in filter performance: a smaller process noise emphasizes smoothness, while a larger one allows the filter to respond more rapidly to changes. Future work may involve adaptive adjustment of these parameters or multi-sensor fusion for even more reliable monitoring.

**Conclusions.** This study demonstrated the effectiveness of applying a one-dimensional KF to methane concentration monitoring in coal mines. The results showed that the KF significantly reduces the impact of sensor noise while closely

tracking the true methane concentration. Compared to raw sensor measurements, the filter produced smoother and more reliable estimates, which is essential for timely detection of hazardous gas levels in underground environments.

The findings suggest that integrating KF into methane monitoring systems can enhance the robustness and accuracy of safety assessments in coal mines. By providing stable real-time estimates, the approach minimizes false alarms caused by measurement variability and supports more reliable decision-making for mine safety management. Future research may explore adaptive or multi-dimensional KF models, as well as sensor fusion techniques, to further improve monitoring accuracy under dynamic underground conditions.

### References

1. Duda, A., Valverde, G.F. (2020). Environmental and safety risks related to methane emissions in underground coal mine closure processes. *Energies*, 13(23), 6312.
2. Wu, X., Cui, J., Tong, R., Li, Q. (2022). Research on methane measurement and interference factors in coal mines. *Sensors*, 22(15), 5608.
3. Vovna, O., Kaydash, H., Rutkowski, L., Sakhno, I., Laktionov, I., Kabanets, M. & Zozulya, S. (2024). Computer-Integrated Monitoring Technology with Support-Decision of Unauthorized Disturbance of Methane Sensor Functioning for Coal Mines. *Journal of Control Science and Engineering*, 1, 1880839.
4. Sakhno, I., Zuievskaya, N., Xiao, L., Zuievskiy, Y., Sakhno, S. & Semchuk, R. (2025). Prediction of Water Inrush Hazard in Fully Mechanized Coal Seams' Mining Under Aquifers by Numerical Simulation in ANSYS Software. *Applied Sciences*, 15(8), 4302.
5. Khodarahmi, M., Maihami, V. (2023). A review on Kalman filter models. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30(1), 727-747.

## ОЦІНКА ЖОРСТКОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ ШАХТНИХ ГЕОФОНІВ

<sup>1</sup>Головко Ю.М., к. ф.-м. н., доцент, <sup>1</sup>Перепелиця А.Ю., аспірант,

<sup>1</sup>Назаренко К.Д., студент

<sup>1</sup>Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

**Анотація.** У статті розглянуто проблему забезпечення надійного контакту геофонів з гірською породою у шахтах. Запропоновано метод оцінки жорсткості контакту на основі порівняння реакцій двох типів сейсмоприймачів. Методика ґрунтується на аналізі дискретних перетворень Фур'є отриманих сигналів без використання апріорних відомостей про збуджувальний вплив.

**Вступ.** Одним із пристроїв, що використовується для проведення сейсморозвідки та прогнозування небезпечних газодинамічних явищ при шахтному видобутку є геофон – сейсмоприймач інерційного типу, що забезпечує первинне перетворення кінематичних параметрів коливань гірської породи на електричний сигнал. Для використання геофонів пробурюють невеликі отвори у гірській породі, у які їх встановлюють шляхом розклинювання. Максимальна жорсткість контакту геофону з гірською породою є ключовим параметром, що забезпечує достовірність і точність сейсмоакустичних вимірювань. Безперервні структурні та силові зміни гірської породи, суттєво впливають на жорсткість контакту, а відповідно і на якість та надійність сигналу геофону. Тому проведення досліджень, спрямованих на