

Секція: 8 «Технології видобутку та переробки корисних копалин»

АНОТОВАНИЙ ЗВІТ
за завершеним прикладним науковим дослідженням, виконання якого здійснювалось у
2020-2022 роках

Назва: Методи і програмно-технічні комплекси контролю і управління якістю залізорудної сировини при видобутку і переробці

Керівник дослідження: АЗАРЯН А.А. Криворізький національний університет, д.т.н, професор.

Номер державної реєстрації: 0120U102310.

Номер облікової картки проміжного звіту: 0223U003017

Найменування організації-виконавця: Криворізький національний університет.

Назва пріоритетного тематичного напрямку організації-виконавця: Технології видобутку та переробки корисних копалин

Строки виконання: початок - 01.01.2020, закінчення - 31.12.2022.

Обсяг коштів, виділених на виконання НДР, за весь період (згідно із запитом /фактичний)
3602,314 тис. гривень.

1. КОРОТКИЙ ЗМІСТ ЗАПИТУ (до 40 рядків тексту):

1.1. Проблема, на вирішення якої було спрямовано дослідження, обґрунтування щодо актуальності:

Проблема, на вирішення якої спрямовано проект: Проект спрямовано на вирішення актуальної проблеми забезпечення якості залізорудної сировини у процесах видобутку і переробки шляхом комплексного застосування методів оперативного контролю й розподіленого керування зазначеними технологічними процесами на основі ядерно-фізичних, магнітометричних і ультразвукових методів. При відкритому видобутку необхідно забезпечити оперативний контроль вмісту залістистих кварцитів у масиві підірваної гірничої маси в забої та у транспортних обсягах. При підземному видобутку ця процедура складніша і вимагає також оперативного контролю напрямку і положення експлуатаційних свердловин у масиві гірських порід, каротажу експлуатаційних свердловин, контролю якості при випуску руди з дучек і доставці підірваної гірничої маси на рудодвір, а також на конвеєрі дробильної фабрики. При збагаченні залізорудної сировини необхідно забезпечити оперативний контроль і керування характеристиками твердої фази залізорудної пульпи для оптимізації сепараційних характеристик на кожній стадії технологічного процесу. За попередніми підрахунками повномасштабне впровадження даного комплексу контролю і керування у виробництво дозволить знизити засмічення підірваної гірничої маси і підвищити вміст корисного компонента на 5%.

1.2. Об'єкт і предмет дослідження:

Об'єктом дослідження є процес забезпечення якості залізорудної сировини у процесах видобутку і переробки в умовах гірничо-збагачувального комбінату.

Предмет дослідження: Предметом дослідження є технологія оперативного контролю і розподіленого керування якістю залізорудної сировини у процесах відкритого і підземного видобутку та переробки на основі ядерно-фізичних, магнітометричних та ультразвукових вимірювань.

1.3. Мета і основні завдання дослідження:

Метою проекту є оптимізація технології та підвищення якості продукції гірничо-переробних підприємств шляхом комплексного розвитку методології оперативного контролю,

синтезу математичних моделей і розподіленого керування якістю залізорудної сировини на всіх етапах її видобутку і переробки. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- розробка методу оцінки якості руди, яка видобувається відкритим способом із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних і ультразвукових методів;
- розробка методу роботи мобільного дробильно-сортувального комплексу;
- вибір і обґрунтування умов застосування мобільного дробильно-сортувального радіометричного комплексу в залізорудному кар'єрі;
- розробка технології управління якістю рудопотоків в залізорудному кар'єрі з використанням дробильно-сортувального радіометричного комплексу, дослідження впливу ефективного атомного номера елементів гірських порід на процес радіометричного сортування залізорудної сировини в кар'єрі;
- розробка методу оцінки якості руди, яка видобувається підземним способом із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних і ультразвукових методів;
- алгоритмізація процесу каротажу свердловин в умовах підземного видобутку;
- розробка математичної моделі розпізнавання образів при каротажі залізистих кварцитів;
- розробка і дослідження математичної моделі чинників, що впливають на якість руди;
- оптимізація режимів оперативного контролю вмісту загального і магнітного заліза;
- дослідження і аналіз впливу фізико-хімічних і фізико-механічних властивостей залізистих кварцитів і окислених руд на точність оперативного контролю якості руди;
- розробка методу прогнозування точності контролю якості руди у забої, транспортних засобах і на конвеєрі;
- розробка методу оцінки якості руди при її переробці із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних і ультразвукових методів;
- розробка методу управління якістю залізорудної сировини при її збагаченні;
- розробка програм та методики проведення апробації розроблених науково-практичних рішень;
- виконання апробації розроблених науково-практичних рішень та аналіз отриманих результатів; розроблення рекомендацій по їх впровадженню у виробництво.

1.4. Повномасштабне впровадження одержаних результатів науково-дослідної роботи у гірничорудне виробництво України дозволить:

- підвищити якість руди, що видобувається, в середньому на 3 %;
- знизити втрати руд на 7 %;
- розширити сировинну базу України;
- забезпечити конкурентоспроможність країни на світовому ринку.

2. ОПИС ПРОЦЕСУ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ (до 50 рядків тексту):

2.1. Основою досліджень за проектом є системний підхід, з використанням якого здійснюється:

- удосконалення методу оцінки якості залізорудної сировини відкритого і підземного видобутку, а також в процесі її збагачення із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних і ультразвукових методів із урахуванням залежності впливу фізико-хімічних і фізико-механічних властивостей залізистих кварцитів і окислених руд на точність оперативного контролю якості руди;
- розроблення нового методу визначення речовинного складу залізорудної сировини у процесі її видобутку і переробки на основі вимірювань інтенсивності розсіяного та нерозсіяного гамма-випромінювання при його розповсюдженні у гірському масиві, кусковій руді та пульпі;
- удосконалення методу визначення концентрації, крупності часток твердої фази пульпи та їх розподілу у процесі її збагачення на основі вимірювань характеристик процесів розповсюдження поверхневих і об'ємних ультразвукових хвиль;
- удосконалення методу визначення просторових координат об'єктів гірничого виробництва та тривимірного моделювання на основі ультразвукових і радіометричних вимірювань;

- розроблення нового методу визначення фізико-механічних і хіміко-мінералогічних властивостей залізорудної сировини, розпізнавання її мінералого-технологічних різновидів на основі комбінації ядерно-фізичних, ультразвукових і магнітометричних вимірювань;

- удосконалення технології збагачення залізної руди із застосуванням мобільного дробильно-сортувального комплексу, оцінкою умов його застосування із урахуванням впливу ефективного атомного номера хімічних елементів гірських порід на процес радіометричного сортування та із застосуванням високоенергетичного ультразвуку у процесі рудопідготовки до збагачення;

- удосконалення концепція управління якістю залізорудної сировини у процесі її видобутку і переробки на основі керування рудопотоками, продуктивністю та режимними параметрами технологічних агрегатів за еколого-економічним критерієм.

2.2. У процесі виконання проекту були розроблені методи: оцінки якості руди, яка видобувається відкритим способом із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних і ультразвукових методів; технологія застосування мобільного дробильно-сортувального комплексу; метод оцінки якості руди, яка видобувається підземним способом із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних і ультразвукових вимірювань; метод прогнозування точності контролю якості руди у забої, транспортних потоках; метод оцінки якості руди при її переробці із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних і ультразвукових методів; розподіленого управління якістю залізорудної сировини при її збагаченні. Також буде розроблена програма та методика проведення апробації розроблених науково-практичних рішень. Створювана методологія досліджень характеризується комплексністю теоретичних принципів та прикладних методів контролю і управління якістю залізорудної сировини при її видобутку і переробці. У основі методології заходиться мультидисциплінарний підхід, який передбачає залучення методів із галузей розробки корисних копалин, інформатики, обчислювальної техніки та автоматизації.

2.3. Особливості структури та складових проведення досліджень:

Особливості структури та складових проведення досліджень полягають у тому, що досягнення мети проекту передбачає комплексні дослідження, складовими яких є: розробка методів і програмно-технічного комплексу оперативного контролю, синтезу математичних моделей і розподіленого керування якістю залізорудної сировини при її видобутку відкритим і підземним способом та переробці. Отже, необхідним є поєднання результатів дослідження у таких напрямках: теоретичних і практичних досліджень технологій видобутку і збагачення корисних копалин; методів і засобів оперативного контролю їх фізико-механічних та хіміко-мінеральних характеристик на всіх етапах видобутку і переробки, а також методів просторового і часового узгодження показників функціонування технологічних процесів видобутку і переробки залізорудної сировини.

2.4. Представити нові або оновлені методи та засоби, методику та методологію досліджень, що створені авторами у ході виконання роботи; обґрунтувати, чим вони відрізняються від наявних:

- удосконалено метод оцінки якості залізорудної сировини відкритого і підземного видобутку, а також в процесі її збагачення із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних і ультразвукових методів із урахуванням залежності впливу фізико-хімічних і фізико-механічних властивостей залізістих кварцитів і окислених руд на точність оперативного контролю якості руди;

- розроблено новий метод визначення речовинного складу залізорудної сировини у процесі її видобутку і переробки на основі вимірювань інтенсивності розсіяного та нерозсіяного гамма-випромінювання при його розповсюдженні у гірському масиві, кусковій руді та пульпі;

- удосконалено метод визначення концентрації, крупності часток твердої фази пульпи та їх розподілу у процесі її збагачення на основі вимірювань характеристик процесів розповсюдження поверхневих і об'ємних ультразвукових хвиль;

- виконано теоретичне обґрунтування нового методу визначення вмісту феромагнітного компоненту у залізорудній сировині на основі вимірювань її магнітних властивостей в ультразвуковому полі.

2.5. Описати особливості структури та складових проведення дослідження.

У процесі виконання проекту розроблено метод визначення просторових координат об'єктів гірничого виробництва з використанням тривимірного моделювання, а також визначення фізико-механічних та хіміко-мінералогічних властивостей залізорудної сировини, розпізнавання її мінералого-технологічних різновидів на основі синергії ядерно-фізичних, ультразвукових та магнітометричних вимірювань з урахуванням ефективного атомного номера хімічних елементів гірських порід

3. ОДЕРЖАНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ (до 100 рядків тексту)

3.1. Результати етапів (відповідно до технічного завдання) відобразити у таблиці:

Таблиця 1

№ етапу	Назва етапу згідно з технічним завданням	Заплановані результати	Отримані результати
1 (2020)	Розробка методів і програмно-технічного комплексу контролю управління якістю залізорудної сировини при її видобутку відкритим способом. Розробка методу оцінки якості руди, яка видобувається відкритим способом із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних і ультразвукових методів. Розробка методу роботи мобільного дробильно-сортувального комплексу. Вибір і обґрунтування умов застосування мобільного дробильно-сортувального радіометричного комплексу в залізорудному кар'єрі. Розробка технології управління якістю рудопотоків в залізорудному кар'єрі з використанням дробильно-сортувального радіометричного комплексу, дослідження впливу ефективного атомного номера елементів гірських порід на процес радіометричного сортування залізорудної сировини в кар'єрі.	Очікувані результати: опис методики, теоретичного обґрунтування і формалізації процедури оперативного контролю якості руди, яка видобувається відкритим способом. Опис функціональної схема дробильно-сортувального радіометричного комплексу. Опис методу оцінки якості залізорудної сировини в масиві із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних та ультразвукових методів. Методологія роботи мобільного дробильно-сортувального комплексу. Опис технології управління якістю рудопотоків в умовах кар'єру. Опис функціональної залежності впливу ефективного атомного номера елементів гірських порід на точність радіометричного сортування. Звітна документація: 3 статті у виданнях, які індексуються в Scopus і WoS, 4 статті у фахових виданнях, 5 матеріалів та тез доповідей конференцій, захист 3 магістерських дисертацій, підготовка до	Розроблено функціональну схему та наведено докладний опис оперативного контролю якості руди, при видобутку відкритим способом. Наведено опис функціональної схема дробильно-сортувального радіометричного комплексу. Опис методу оцінки якості залізорудної сировини в масиві із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних та ультразвукових методів. Розроблено методологію роботи мобільного дробильно-сортувального комплексу; опис технології управління якістю рудопотоків за умов кар'єру; опис функціональної залежності впливу ефективного атомного номера елементів гірських порід на точність радіометричного сортування. Звітна документація: 3 статті у виданнях, що індексуються в Scopus і WoS, 4 статті у фахових виданнях, 5 матеріалів та тез доповідей конференцій, захищено 9 магістерських дисертацій, підготовлено до захисту 1 дисертації доктора філософії, отримано 3 патенти на винаходи. Видана 1 монографія у м. Прага

		захисту 1 дисертації доктора філософії, 3 патенти на винаходи	
2 (2021)	Розробка методів і програмно-технічного комплексу контролю і управління якістю залізородної сировини при її видобутку підземним способом. Розробка методу оцінки якості руди, яка видобувається підземним способом із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних і ультразвукових методів. Алгоритмізація процесу каротажу свердловин в умовах підземного видобутку.	Очікувані результати: опис методики, теоретичного обґрунтування і формалізації процедури оперативного контролю якості руди, яка видобувається підземним способом. Опис математичної моделі розпізнавання образів при каротажі свердловин залізистих кварцитів і гематитів підземного видобутку. Опис методу визначення і класифікації основних і додаткових факторів, що впливають на якість руди.	Звітна документація математичної моделі розпізнавання образів при каротажі залізистих кварцитів; розробка і дослідження математичної моделі з врахуванням чинників, що впливають на якість руди. Оптимізація режимів оперативного контролю вмісту загального і магнітного заліза; дослідження і аналіз впливу фізико-хімічних і фізико-механічних властивостей залізистих кварцитів і окислених руд на точність оперативного контролю якості руди; розробка методу прогнозування точності контролю якості руди в забої, в транспортних засобах і на конвеєрі експлуатаційних свердловин 3D моделі шахт; опис методології оптимізації режимів оперативного контролю вмісту загального і магнітного заліза; опис теоретичного обґрунтування впливу фізико-хімічних і фізико-механічних властивостей залізистих кварцитів і окислених руд на точність оперативного контролю якості руди. Метод прогнозування точності контролю якості руди в забої, у транспортних засобах і на конвеєрі. Звітна документація: 1 монографія, 3 статті у виданнях, які індексуються в Scopus і WoS, 4 статті у фахових виданнях, 5 матеріалів та тез доповідей конференцій, захист 9 магістерських дисертацій, 3 патенти на винаходи. Захищено одну дисертацію доктора філософії (Гриценко А. М.), та одна доктора наук (Котов І. А.)

3 (2022)	Розробка методів і програмно-технічного комплексу контролю і управління якістю залізорудної сировини при її переробці. Розробка методу оцінки якості руди при її переробці із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних і ультразвукових методів; розробка методу управління якістю залізорудної сировини при її збагаченні; розробка програм та методик проведення апробації розроблених науково-практичних рішень; виконання апробації розроблених науково-практичних рішень та аналіз отриманих результатів; розроблення рекомендацій по їх впровадженню	Очікувані результати етапу: опис методики, теоретичного обґрунтування і формалізації процедури оперативного контролю якості руди при її збагаченні; опис методу управління якістю залізорудної сировини при її збагаченні; опис програми та методики проведення апробації розроблених науково-практичних рішень; опис результатів апробації розроблених науково-практичних рішень та аналізу отриманих результатів; опис рекомендацій по впровадженню розроблених науково-практичних рішень у виробництво. Звітна документація: 1 монографія, 3 статті у виданнях, які індексуються в Scopus і WoS, 4 статті у фахових виданнях, 5 матеріалів та тез доповідей конференцій, захист 3 магістерських дисертацій, підготовка до захисту 2 дисертації доктора філософії та 1 дисертації доктора наук	Реалізовано обґрунтування та формалізація процедури оперативного контролю якості руди при її збагаченні; наведено опис програми та методики проведення апробації розроблених науково-практичних рішень; виконано аналіз отриманих результатів та оформлено рекомендацій щодо впровадження розроблених науково-практичних рішень у виробництво. Звітна документація: Видано монографію англійською мовою та видано закордоном, статті в індексованих виданнях Scopus та WoS, 4 статті у фахових виданнях, 5 матеріалів та тез доповідей конференцій, захищено 7 магістерських дисертацій, підготовлено до захисту 2 дисертації.
-------------	---	---	---

3.2. Уперше виконано обґрунтування технології управління якістю сировини з використанням комплексу рудопотоків гірничо-збагачувального комбінату, яка сприяє вирішенню проблем надрокористування і розширення сировинної бази України, а також підвищення конкурентоспроможності гірничодобувної промисловості, побудови раціональної еколого-економічної стратегії розвитку залізорудних гірничо-збагачувальних комбінатів і забезпечення їх режимів ресурсо- та енергозбереження

3.3. Визначити, які із результатів і як само були науково обґрунтовані та доведені, як вони пов'язані із закономірностями організації та розвитку природи, суспільства людини, їх взаємозв'язків. Чи є одержані результати достатньо надійними для різних контекстів застосування та використання:

3.4 Запропоновано новий метод визначення фізико-механічних і хіміко-мінералогічних властивостей залізорудної сировини, який, на відміну від відомих [6, 7], дозволяє здійснити

розпізнавання її мінералого-технологічних різновидів на основі застосування синергії ядерно-фізичних, ультразвукових і магнітометричних вимірювань.

4. ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ (50 рядків)

4.1. *Обґрунтувати цінність результатів для світової та вітчизняної науки та для продовження фундаментальних або прикладних досліджень.* Визначити та обґрунтувати використання очікуваних результатів для конкретної галузі потреб розвитку науково-технічної сфери, вирішення світових проблем, довести відповідність потребам суспільства та економіки країни. Навести результати проведених маркетингових досліджень щодо просування науково-прикладних результатів на світовий ринок, визначити потенційних замовників (Додаток 2) навести перелік реальних майбутніх користувачів, з якими вже встановлено попередні договірні стосунки(Додаток 3):

Практична цінність одержаних результатів полягає у розробці: методики, теоретичного обґрунтування і формалізації процедури оперативного контролю якості руди, яка видобувається відкритим способом; функціональної схеми дробильно-сортувального радіометричного комплексу; методики оцінки якості залізорудної сировини в масиві із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних та ультразвукових методів; методики роботи мобільного дробильно-сортувального комплексу; технології управління якістю рудопотоків в умовах кар'єру; методики прогнозування точності контролю якості руди в забої, у транспортних засобах і на конвеєрі; методики, теоретичного обґрунтування і формалізації процедури оперативного контролю керування якістю руди при її збагаченні.

4.2. Результати дослідження використовуються у навчальній роботі, зокрема для підготовки магістрів. Отримані результати використовуються студентами для:

- розроблення постановки завдань з дипломної роботи;
- підготовки експериментів із спеціального розділу диплома;
- аналізу та синтезу отриманих результатів;
- оформлення висновків та рекомендації для використання отриманих результатів

5. ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРОБКИ

Зараховуються виключно роботи, серед авторів яких 50% і більше належать до колективу виконавців, визначеного у Таблиці 11. Оцінюючи наукові праці на відповідність темі, меті, предмету та завданням дослідження, експерт має право не зараховувати їх у разі повної невідповідності.

5.1. Перелік опублікованих за темою статей в журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection (WoS) (або Index Copernicus для соціо-гуманітарних наук) (окремо за кожною наукометричною базою)

Таблиця 2

1	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити</u> <u>прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців	Наукометр. база даних
1	<u>Morkun V., Tron V., Zymohliad V.</u> Modelling of iron ore processing in technological units based on the hybrid approach. Acta Mechanica et Automatica, 2022, 16(1), P. 82–90. https://doi.org/10.2478/ama-2022-0010	Scopus
2	<u>Morkun V., Kravchenko O</u> Spatial control over ultrasonic cleaning of mining equipment using a phased array technology. Scientific Bulletin of National Mining University, 2022 DOI: https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-2/031	Scopus
3	<u>Morkun N.V., Tron V.V., Serdiuk, O.Y., Haponenko, A.A.</u> Complex measurement of parameters of iron ore magnetic separation based on ultrasonic methods. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2022, (3), p. 37–43. DOI: https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-3/037	Scopus
4	<u>Morkun V., Morkun N., Tron V., Porkuian O., Serdiuk O., Sulyma T.</u> Application of magnetic and ultrasonic methods for determining parameters of ferromagnetic	Scopus

	components in iron ore slurry flows. Acta Mechanica et Automatica, 2021, 15(4), P. 193–200	
5	<u>Morkun V.S.</u> , <u>Tron V.V.</u> , Serdiuk, O.Y., Haponenko, A.A. Assessment of iron ore concentration characteristics on the basis of ultrasonic measurements. Sustainable Development of Mountain Territories, 2021, 13(2), P. 273–280	Scopus
6	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> , Paraniuk D., Sulyma T. Adaptive control of drilling by identifying parameters of object model under nonstationarity conditions. Mining of Mineral Deposits. 2020. Vol. 14(1). P. 100-106. DOI:10.33271/mining14.01.100.	Scopus
7	Porkuian O., <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> Measurement of the ferromagnetic component content in the ore suspension solid phase. Ultrasonics, 2020. Vol. 105. P. 1-5.	Scopus
8	<u>Morkun V. S.</u> , <u>Morkun N. V.</u> , <u>Tron V. V.</u> , Sulyma T. S. Synthesizing models of nonlinear dynamic objects in concentration on the basis of Volterra-Laguerre structures. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2020. Vol. 2. P. 30–36. DOI: 10.33271/nvngu/2020-2/030.	Scopus

Анотації статей українською мовою, які представляють основні результати дослідження, навести у Додатку 3

5.2. Перелік опублікованих за темою англomовних статей та тез доповідей у матеріалах міжнародних конференцій, що індексуються БД Scopus або WoS (або Index Copernicus для соціо-гуманітарних наук) (окремо за кожною наукометричною базою)

Таблиця 3

№	Повні дані про статті та тези доповідей з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити прізвища авторів, які належать до списку виконавців</u>	Наукометр. база даних
1	<u>Morkun, V.</u> , <u>Morkun, N.</u> , Serdiuk, O., Haponenko, A., Boyarchuk, A. Thickener Control on The Basis of Ultrasonic Measurements and Fuzzy Inference CEUR Workshop Proceedings. (2022). CEUR Workshop Proceedings.3156, с. 238-248.	Scopus
2	<u>Morkun, V.</u> , Fischerauer, G., <u>Morkun, N.</u> , <u>Tron, V.</u> , Haponenko, A. Determining Rock Varieties on The Basis of Fuzzy Clustering of Ultrasonic Measurement Results. (2022). CEUR Workshop Proceedings. 3156, с. 274-283.	Scopus
3	<u>Olga Porkuian</u> , <u>Volodymyr Morkun</u> , <u>Natalia Morkun</u> , <u>Andrii Pikilnyak</u> , <u>Alena Gaponenko</u> , <u>Irina Gaponenko</u> , <u>Evhen Bobrov</u> and <u>Artem Vesnin</u> . The Study of the Dispersion and Phase Velocity of Love Waves. - 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO) – 546-549 p.	Scopus
4	<u>Morkun V.S.</u> , <u>Morkun N.V.</u> , Pikilnyak A.V. Augmented reality as a tool for visualization of ultrasound propagation in heterogeneous media based on the k-space method. CEUR Workshop Proceedings. 2020. Vol. 2547. P. 81-91.	Scopus
5	<u>Golik V.</u> , <u>Stas G.</u> , <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , Gaponenko I. Study of rock structure properties during combined stopping and development headings. E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 166. 03006.	Scopus
6	<u>Golik V.</u> , <u>Razorenov Y.</u> , <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Sustainable development of mining processes based on mechanochemical leaching of ore. E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 166. 03004.	Scopus
7	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilniak A.</u> , <u>Podgorodetskiy N.</u> , Haponenko I., Davidkovich A. Simulation of crushed ore particles motion in the pulp under the influence of high-energy ultrasound dynamic effects. IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2020 Proceedings. 2020. P. 771-774. DOI: 10.1109/ELNANO50318.2020.9088925	Scopus
8	Porkuian O., <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> , Haponenko I., Davidkovich A. Influence of the magnetic field on Love waves propagation in the solid medium. 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2020 Proceedings. 2020. P. 761-766. DOI: 10.1109/ELNANO50318.2020.9088802.	Scopus

9	<u>Azarian V., Hrytsenko A., Cherkasov O., Iliasa N.</u> Ensuring the measurements on a stable mode for the powdered samples analyzer. III International Conference "Essays of Mining Science and Practice" (06-08.10.2021 Dnipro) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science № 970 (2022) pp. 1-9. DOI: 10.1088/1755-1315/970/1/012042	Scopus
10	<u>Azaryan A., Trachuk A., Shvydkyi A., Melnik A., Mazhanov O.</u> Selection of gamma-ray source for operational quality control of mineral raw materials. III International Conference "Essays of Mining Science and Practice" (06-08.10.2021 Dnipro) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science № 970 (2022) pp. 1-6. DOI: 10.1088/1755-1315/970/1/012022	Scopus

5.3. Перелік опублікованих за темою статей у журналах, що входять до переліку фахових видань України(окремо статті у журналах що рекомендовані секціями Наукової ради МОН) а також статей у закордонних журналах, які не увійшли до п.5.1 і 5.2

Таблиця 4

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії, <u>підкреслити прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців
1	<u>Моркун В. С., Моркун Н. В., Тронь В. В., Гапоненко А. А., Гапоненко І. А., Паранюк Д. І.</u> Аналіз процесу поширення ультразвукових хвиль в гірській породі для обґрунтування акустичного каротажу бурових свердловин. Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. 2020. Вип. 50. С. 99-106.
2	<u>Моркун В. С., Моркун Н. В., Тронь В. В., Гапоненко А. А., Гапоненко І. А., Паранюк Д. І.</u> Методи оптимізації процесу буріння свердловин. Гірничий вісник : наук.-тех. зб. 2020. Вип. 107. С. 96-101.
3	<u>В. С. Моркун, Н. В. Моркун, В. В. Тронь, А. А. Гапоненко, І. А. Гапоненко, О. Ю. Сердюк</u> Оперативне розпізнавання геолого-мінералогічних різновидів гірських порід на основі ультразвукових вимірювань. Вісник Криворізького національного університету: збірник наукових праць. 2021. Вип. 53. С. 3–9.
4	<u>Моркун В. С., Моркун Н. В., Тронь В. В., Сердюк О. Ю., Гапоненко І. А., Гапоненко А. А.</u> Вимірювання параметрів процесу магнітної сепарації на основі методів ультразвукового контролю. Вісник Криворізького національного університету: збірник наукових праць. 2021. Вип. 52. С. 10–15.
5	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Тронь В.В., Сердюк О.Ю., Гапоненко І.А.</u> Попереднє оброблення пульпи ультразвуком для очищення рудних зерен та дезінтеграції флокулоутворень на основі ефектів кавітації. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2022. С. 24-35. https://doi.org/10.33216/1998-7927-2022-271-1-24-35
6	<u>А.А. Азарян, А.А. Трачук, Д.В. Шве́ц</u> Опыт использования экспресс-анализатора проб железорудного сырья для контроля содержания полезного компонента в условиях горноперерабатывающих предприятий. Гірничий вісник. – Вип. 107 – 2020. – С. 54-58.
7	<u>А.А. Азарян, Д.В. Шве́ц</u> Гамма-излучение как источник информации для контроля содержания железа в железорудном сырье. Вісник Криворізького національного університету: зб. наук. праць. – 2020. – Вип. 50. – С.153-159.
8	<u>А.А. Азарян, В.А. Азарян, В.С. Моркун, А. М. Гриценко, А.А. Трачук</u> Оперативний контроль якості руд чорних металів з використанням гамма-випромінювання. Науково-технічний вісник «Гірничий вісник». – 2022 - №110 – с. 13-22. DOI: 10.31721/2306-5435-2022-1-110-13-22
9	<u>А.А. Азарян, А.А. Трачук, О.В. Швидкий</u> Оперативний контроль заліза у подрібненій гірничій масі. Науково-технічний вісник «Гірничий вісник». – 2022 - №110 – с. 59-67. DOI: 10.31721/2306-5435-2022-1-110-59-67
10	<u>А.А. Азарян, А.М. Гриценко, О.В. Черкасов, О.В. Швидкий</u> Каротаж вибухових свердловин в умовах відкритої розробки рудних родовищ. Науково-технічний вісник «Гірничий вісник». – 2022 - №110 – с. 113-118. DOI: 10.31721/2306-5435-2022-1-110-113-118
11	<u>А.А. Азарян, В.А. Азарян, А. М. Гриценко, Ю.Є. Цибулевський, Я.М. Медяник, О.В. Черкасов, О.В. Швидкий</u> Експрес-аналіз гематитових руд гравітаційним методом. Науково-технічний

	вісник «Гірничий вісник». – 2022 - №110 – с. 150-154. DOI: 10.31721/2306-5435-2022-1-110-150-154
12	<u>В.А. Азарян</u> Обґрунтування напрямків вдосконалення порошкового аналізатора проб. Науково-технічний вісник «Гірничий вісник». – 2022 - №110 – с. 139-146. DOI: 10.31721/2306-5435-2022-1-110-139-146
13	<u>Гриценко А.М.</u> Дослідження методів та засобів визначення вмісту заліза магнетитового. Науково-технічний вісник «Гірничий вісник». – 2022 - №110 – с. 129-134. DOI: 10.31721/2306-5435-2022-1-110-129-134
14	<u>Ю.Є. Цибулевський, А.М. Гриценко, О.В. Черкасов, О.В. Швидкий</u> Підвищення точності радіоізотопних густинірів. Науково-технічний вісник «Гірничий вісник». – 2022 - №110 – с. 125-129. DOI: 10.31721/2306-5435-2022-1-110-125-129
15	<u>А.А. Азарян, В.С. Моркун, Д.В. Швець, О.В. Черкасов, А.М. Гриценко, О.В. Швидкий</u> Пошук шляхів зниження втрат і розубоження залізорудної сировини. Збірник наукових праць «Вісник Криворізького національного університету». – 2021 – №52 – с. 15-19. DOI: 10.31721/2306-5451-2021-1-52-15-19

5.4. Перелік опублікованих за темою монографій

Таблиця 5

№	Повні дані про монографії; <u>підкреслити прізвища авторів, які належать до списку виконавців</u>
1	<u>Азарян А.А., Азарян В.А., Дрига В.В., Гриценко А.М., Моркун В.С., Трачук А.А., Цибулевський Ю.Є., Черкасов О.В., Швидкий О.В.</u> Оперативний контроль та управління якістю при видобуванні та переробці мінеральної сировини. - OKTAN PRINT, Прага, 2020.- 500с.
2	<u>Azarian A.A., Azarian V.A., Morkun V.S.</u> Operational quality control of ferrous metal ores, Lambert, 2022.- 91p.

Анотації монографій українською мовою навести у Додатку 4

5.5. Перелік опублікованих за темою проекту підручників, навчальних посібників, словників, довідників

Таблиця 6

№	Повні дані про підручники, навчальні посібники, словники, довідники; <u>підкреслити прізвища авторів, які належать до списку виконавців</u>
1	<u>Азарян А.А., Азарян В.А., Трачук А.А.</u> Оперативний контроль та управління якістю при розробці залізорудних родовищ. –Prague: OKTAN PRINT, 2021 -144 с. (Навчальний посібник DOI: 10.46489/OKTUG-11)

5.6. Перелік отриманих за темою охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності України або інших країн (патенти, авторські свідоцтва)

Таблиця 7

№	Повні дані про охоронні документи; <u>підкреслити прізвища авторів, які належать до списку виконавців</u>
1	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Сердюк О.Ю., Тронь В.В., Гриценко С.М.</u> Спосіб автоматичного контролю параметрів процесу осадження часток твердої фази рудної суспензії в дешламаторі : пат. 139759 Україна : МПК (2020.01) B01D 21/00, B03B 13/00; опубл. 27.01.2020, Бюл. №2. 3 с.
2	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Тронь В.В., Сердюк О.Ю., Пилипенко О.В.</u> Спосіб автоматичного керування процесом збагачення феромагнітних рудних корисних копалин : пат. 141592 Україна : МПК (2020.01) B03B 13/00; опубл. 27.04.2020, Бюл. №8. 4 с.
3	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Гапоненко А.А., Гапоненко І.А., Бобров Є.Ю., Касаткіна І.В.</u> Спосіб керування процесом буріння свердловин в гірському масиві із феромагнітних порід. : пат. 151805 Україна : МПК E21B 44/00, E21B 47/00; заявл. 09.02.2022; опубл. 14.09.2022, Бюл. №37.

4	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Сердюк О.Ю., Гапоненко А.А.</u> Спосіб автоматичного керування роботою дешламатора : пат. 151806 Україна : МПК B01D 21/00, B03B 13/00; заявл. 09.02.2022; опубл. 14.09.2022, Бюл. №37.
5	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Гапоненко А.А., Гапоненко І.А., Бобров Є.Ю., Веснін А.В.</u> Спосіб визначення характеристик феромагнітних гірських порід в процесі буріння свердловин у гірському масиві : пат. 151807 Україна : МПК E21B 47/00; заявл. 09.02.2022; опубл. 14.09.2022, Бюл. №37.
6	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Сердюк О.Ю., Гапоненко А.А., Гапоненко І.А., Грищенко С.М.</u> Спосіб автоматичного контролю параметрів процесу осадження часток твердої фази феромагнітної рудної суспензії в дешламаторі : пат. 151808 Україна : МПК B01D 21/00, B03B 13/00, G01N 29/032; заявл. 09.02.2022; опубл. 14.09.2022, Бюл. №37.
7	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Гапоненко А.А., Гапоненко І.А., Бобров Є.Ю., Грищенко С.М.</u> Спосіб автоматичного контролю характеристик феромагнітних гірських порід в процесі буріння свердловин у гірському масиві : пат. 151844 Україна : МПК E21B 47/00; заявл. 09.02.2022; опубл. 21.09.2022, Бюл. №38.
8	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Тронь В.В., Сердюк О.Ю., Гапоненко А.А., Бобров Є.Ю.</u> Спосіб автоматичного керування роботою дешламатора : пат. 151845 Україна : МПК B01D 21/00, B03B 13/00; заявл. 09.02.2022; опубл. 21.09.2022, Бюл. №38.
9	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Гапоненко А.А., Гапоненко І.А., Бобров Є.Ю.</u> Спосіб керування процесом буріння свердловин в гірському масиві : пат. 151846 Україна : МПК E21B 44/00, E21B 47/13; заявл. 09.02.2022; опубл. 21.09.2022, Бюл. №38.
10	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Гапоненко А.А., Гапоненко І.А., Бобров Є.Ю., Сулима Т.С.</u> Спосіб керування процесом буріння свердловин в гірському масиві з феромагнітних порід : пат. 151847 Україна : E21B 44/00, E21B 47/13; заявл. 09.02.2022; опубл. 21.09.2022, Бюл. №38.
11	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Тронь В.В., Сердюк О.Ю., Гапоненко А.А., Гапоненко І.А.</u> Спосіб автоматичного керування процесом збагачення феромагнітних рудних корисних копалин : пат. 151848 Україна : B03B 13/00; заявл. 09.02.2022; опубл. 21.09.2022, Бюл. №38.
13	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Сердюк О.Ю., Гапоненко А.А., Бобров Є.Ю., Веснін А.В.</u> Спосіб автоматичного контролю параметрів твердої фази рудної суспензії : пат. 151849 Україна : B03B 13/00; заявл. 09.02.2022; опубл. 21.09.2022, Бюл. №38.
14	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Тронь В.В., Бобров Є.Ю., Гапоненко А.А., Гапоненко І.А.</u> Спосіб автоматичного контролю параметрів твердої фази рудної суспензії : пат. 152105 Україна : B03B 13/00; заявл. 07.09.2022; опубл. 26.10.2022, Бюл. №43.
15	<u>Азарян А.А., Грищенко А.М., Цибулевський Ю.Є., Швець Д.В.</u> Пристрій оперативного контролю крупності магнетиту у пульпі : пат. 146595 Україна : G01N 27/72; заявл. 19.10.20; опубл. 03.03.2021; Бюл. №9.
16	<u>Азарян А.А., Грищенко А.М., Цибулевський Ю.Є., Швидкий О.В.</u> Фотоімпульсний інклінометр : пат. 148667 Україна, G01C 9/00; заявл. 26.04.21; опубл. 01.09.2021; Бюл. №35.
17	<u>Азарян А.А., Азарян В.А., Трачук А.А., Грищенко А.М., Цибулевський Ю.Є., Черкасов О.В., Швидкий О.В.</u> Пристрій оперативного контролю якості крупнокускової мінеральної сировини на конвеєрі : пат. 150579 Україна, G01N 23/203; заявл. 18.10.21; опубл. 02.03.2022; Бюл. №9.
18	<u>Азарян А.А., Грищенко А.М., Цибулевський Ю.Є., Швець Д.В., Швидкий О.В.</u> Радіометричний сепаратор для покускового збагачення мінеральної сировини : пат. 151901 Україна, B03B 7/0; заявл. 06.05.2022; опубл. 28.09.2022; Бюл. №39.
19	<u>Азарян А.А., Грищенко А.М., Цибулевський Ю.Є., Швець Д.В., Швидкий О.В.</u> Комбінований каротажний зонд : пат. 151997 Україна, G01V 5/00; заявл. 09.05.2022; опубл. 12.10.2022; Бюл. №41.
20	<u>Азарян А.А., Азарян В.А., Грищенко А.М., Цибулевський Ю.Є., Швидкий О.В.</u> Спосіб підготовки проб та оперативного контролю якості мінеральної сировини : пат. 152006 Україна, G01N 27/72, E21C 41/00; заявл. 24.06.2022; опубл. 12.10.2022; Бюл. №41.

5.7. Створено та передано для використання поза межами організації виконавця методик, технологій, зразків проектної і конструкторської документації, інформаційно-аналітичні матеріали, рекомендації, пропозиції до органів влади, тощо зокрема на основі укладеного договору на науково-технічну продукцію, що підтверджується довідкою бухгалтерії закладу вищої освіти (наукової установи) із зазначенням обсягів фінансування виконаних робіт.

Таблиця 8

№	Передані методики, рекомендації, пропозиції, інші документи <u>підкреслити прізвища авторів, які належать до списку виконавців</u>	З них на основі укладеного договору на науково-технічну продукцію	Обсяг фінансування за договором тис. грн
	Рекомендації щодо дослідження якості залізорудної сировини. Використані при виконанні НДР по договору з ПАТ «Кривбасзалізрудком» у 2020 р. Керівник НДР <u>Олійник Т.А.</u>	18-44-19. Дослідження сировини складів ПАТ «Кривбасзалізрудком» (63 проби) Реєстраційний номер 0119U00298	78,60
	Методика каротажу вибухових свердловин в умовах гірничо-збагачувальних комбінатів. Використана при виконанні НДР з ТОВ «Рудпромгеофізика» у 2020 р. <u>Виконавці: Азарян А.А., Азарян В.А., Черкасов О.В., Гриценко.А.М.</u>	26-30-19. Дослідження підвищення точності каротажу вибухових свердловин в умовах гірничо-збагачувальних комбінатів Реєстраційний номер 0119U002390	150,00
	Рекомендації щодо дослідження якості залізорудної сировини. Використані при виконанні НДР по договору з ПРАТ «Полтавський ГЗК» у 2020 р. Керівник НДР <u>Олійник Т.А.</u>	18-65-20. Визначення збагачувальності проб руд К2-3, що відібрані з кар'єру ПРАТ «Полтавський ГЗК».	194,60
	Методика підвищення точності каротажу вибухових свердловин. Використана при виконанні НДР з ТОВ «Рудпромгеофізика» у 2020-2021 р.р. <u>Виконавці: Азарян А.А., Азарян В.А., Черкасов О.В., Гриценко.А.М.</u>	26-96-20. Дослідження і врахування ступеню впливу факторів на точність каротажу вибухових свердловин в умовах гірничо-збагачувальних комбінатів. Реєстраційний номер 0121U107743	150,00
	Рекомендації щодо дослідження якості залізорудної сировини. Використані при виконанні НДР по договору з ФОП Панченко Г.М. у 2022 р. Керівник НДР <u>Олійник Т.А.</u>	18-145-22. Вивчення збагачуваності руди K_2^{22} Єристівського родовища з метою визначення показників її збагачування за діючою технологією ДЗФ ПрАТ «Полтавський ГЗК» у рамках договору-підряду № 835 від 17.05.2022 р. Реєстраційний номер 0118U006519	132,00

5.6. Перелік захищених виконавцями проекту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук та кандидата наук

Таблиця 7

№	Повні дані про дисертації
1	Котов І.А. Автоматизація процесів антикризового диспетчерського керування енергосистемами гірничо-металургійного комплексу на основі еволюційної інкорпорації професійних онтологій. : дис. ... д-ра техн. наук : 05.15.07 – автоматизація процесів керування; науковий консультант: проф. Азарян А. А.; 2021 р., Криворізький національний університет.
2	Гриценко А.М. Удосконалення методів та засобів визначення вмісту корисних компонентів в залізорудному масиві, дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13 - прилади і методи контролю та визначення складу речовин; науковий керівник: проф. Азарян А.А.; 2021 р.; НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»

Анотації дисертацій навести у Додатку 5

5.7. Кількість грантів, за якими працювали виконавці, що фінансувались закордонними організаціями (з відповідним підтвердженням від ВНЗ (НУ), посиланням на сайт грантового проекту або офіційним листом від грантодавця)

Таблиця 8

№	ПІБ виконавців	Назва гранту	Фінансування, тис. гривень
1	Н.В. Моркун, І. В. Завсегдашня, В.В. Тронь.	EU ERASMUS+ 609557-EPP-1-2019-1-LV-EPPKA2-CBHE-JP: « Development of practically-oriented student-centred education in the field of modelling of Cyber-Physical Systems / CybPhys » - «Розвиток практично-орієнтованої студентоцентрованої освіти в галузі моделювання кіберфізичних систем - CybPhys» (2019 –2022).	€ 85 тис. = ₴ 3 230 тис.
2	Н.В. Моркун, І. В. Завсегдашня, В.В. Тронь.	EU ERASMUS+ 619227-EPP-1-2020-1-UA-EPPKA2-CBHE-JP: « University teachers' certification centres: innovative approach to promotion teaching excellence / UTTERLY » - «Центри сертифікації викладачів: інноваційні підходи до досконалості викладання» (2021 – 2023).	€ 57 тис. = ₴ 2 180 тис.
3	Н.В. Моркун, В.С. Моркун, І. В. Завсегдашня, В.В. Тронь, І. А. Гапоненко, О.Ю. Сердюк, А.А. Шашкіна (Гапоненко).	ERASMUS-EDU-2022-CBHE № 101082928: « Students'Personalised Learning Model, Based on the Virtual Learning Environment of Intellectual Tutoring "Learning with No Limits" / SMART-PL » - «Модель персоналізованого навчання студентів на основі віртуального навчального середовища інтелектуального тьюторства "Навчання без обмежень"» (початок проекту - 1 January 2023, завершення - 31 December 2025).	€ 61 тис. = ₴ 2 318 тис.
4	Н.В. Моркун, В.С. Моркун, І. В. Завсегдашня, В.В. Тронь, І. А. Гапоненко,	ERASMUS-EDU-2021-VIRT-EXCH-NDICI № 101083883: « Development of the Model and Common Information Space of Virtual Exchange Programs / MOVEx » - «Розробка моделі та Єдиного Інформаційного Простору	€ 48 тис. = ₴ 1 720 тис.

	О.Ю. Сердюк, А.А. Шашкіна (Гапоненко).	Програм Віртуальних Обмінів» (початок проекту - 1 December 2022, завершення - 30 November 2025).	
--	--	--	--

Короткий зміст (анотації) досліджень за грантами навести у Додатку 6

6. ВИКОНАВЦІ ПРОЕКТУ (з оплатою в межах запиту)

17. Кількість штатних співробітників: 3, кількість сумісників , молодих учених з оплатою 2, кількість студентів з оплатою: 0, які брали участь у виконанні НДР.

- доктори наук: 4; кандидати наук: 7;

- молоді вчені до 35 років 1, з них кандидатів 1, докторів 0; докторантів: 0; аспірантів 0

- наукові працівники без ступеня 2;

- інженерно-технічні кадри: 1, допоміжний персонал 0;

- студенти 0.

Р а з о м :

Таблиця 11

Виконавці проекту* (з оплатою в межах запиту)

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада і місце основної роботи	Вік
1.	Азарян Альберт Арамаїсович	д-р техн. наук	проф.	професор кафедри моделювання та програмного забезпечення	81
2.	Моркун Володимир Станіславович	д-р техн. наук	проф.	проректор з наукової роботи	
3.	Азарян Володимир Альбертович	д-р техн. наук	проф.	професор кафедри відкритих гірничих робіт	57
4.	Моркун Наталя Володимирівна	д-р техн. наук	проф.	завідувач кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій	
5.	Гриценко Андрій Миколайович	канд. техн. наук	-	асистент кафедри моделювання та програмного забезпечення	34
6.	Гриценко Світлана Миколаївна	канд. техн. наук	старший дослідник	старший науковий співробітник	
7.	Тронь Віталій Валерійович	канд. техн. наук	доцент	доцент кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій	
8.	Трачук Анна Альбертівна	канд. техн. наук	доцент	Доцент кафедри моделювання та програмного забезпечення	
9.	Веснін Артем Вячеславович	канд. техн. наук	доцент	доцент кафедри автомобільного транспорту	
10.	Пижик Анатолій Миколайович	канд. техн. наук	доцент	доцент кафедри відкритих гірничих робіт	

11.	Черкасов Олексій Володимирович	-	-	старший наук. співробітник науково-дослідної частини	45
12.	Швидкий Олександр Васильович	-	-	молодший наук. співробітник науково-дослідної частини	43
13.	Цибулевський Юрій Євгенович	канд. техн. наук	доцент	доцент кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту	82
14.	Медяник Ярослава Миколайвна	-	-	інженер науково-дослідної частини	49

*вносяться дані про всіх виконавців за весь час виконання робіт, окрім допоміжного персоналу та студентів

Рішення Вченої ради від 27.12.2022 року протокол № 7 щодо закінчення роботи

Керівник

_____ Альберт АЗАРЯН

Підпис, дата: _____

Проректор з наукової роботи

_____ Дмитро БРОВКО

Підпис, дата: _____

Додаток 1. Список основних публікацій закордонних та вітчизняних вчених, на які посилаються автори роботи для доведення наукової новизни власних результатів

№	Повні дані про статті
1	Li H., Xu Z., Wang W., Liu Y., Zhang S. A novel technique for online slurry grade detection based on EDXRF // Minerals Engineering. 2019. Vol 131. P 14-22.
2	Yamada Y. Sample preparation for X-ray fluorescence analysis // Rigaku Journal. 2014. 30(1). P.26-29
3	Khajehzadeh N., Haavisto O., Koresaar L. On-stream and quantitative mineral identification of tailing slurries using LIBS technique // Minerals Engineering. 2019. Vol 98. P 101-109.
4	Khajehzadeh N., Haavisto O., Koresaar L. On-stream mineral identification of tailing slurries of an iron ore concentrator using data fusion of LIBS, reflectance spectroscopy and XRF measurement techniques // Minerals Engineering. 2017. Vol 113. P 83-94.
5	Ghosh R., Gustafson A., Schunnesson H. Development of a geological model for chargeability assessment of borehole using drill monitoring technique // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2018. Vol 109. P 9-18. DOI: 10.1016/j.ijrmms.2018.06.015.
6	Guo L., Guo Y., Hao Z., Tang Y., Ma S., Zeng Q., Tang S., Li X., Lu Y., Zeng X., J. Accuracy improvement of iron ore analysis using laser-induced breakdown spectroscopy with a hybrid sparse partial least squares and least-squares support vector machine model // Analytical Atomic Spectrometry. 2018. DOI: 10.1039/C8JA00119G.

Додаток 2. Дані про магістрантів (студентів), аспірантів і докторантів, які працювали за темою з оплатою праці

№ з/п	ПІБ	Статус	Назва теми досліджень	Кількість місяців їх роботи за темою з оплатою
1				

Додаток 3 Анотації українською мовою статей у журналах що входять БД Scopus та/або Web of Science Core Collection (WoS) (або Index Copernicus для соціо-гуманітарних наук) і представляють результати дослідження

№ статті у Таблиці 2	Анотації
1	Технологічна лінія збагачення залізорудної сировини розглядається як послідовність з'єднаних збагачувальних установок, деякі з яких частково повертають руду на попередню установку. Вихідний продукт кінцевої концентраційної установки в технологічній лінії є кінцевим продуктом усієї лінії. Розглянуто такі характеристики руди, як розподіл частинок руди за розміром і розподіл вмісту заліза за класами крупності. Переробка залізорудної сировини технологічними установками (циклом, схемою) характеризується сепараційною характеристикою – функцією виділення елементарних фракцій залежно від фізичних властивостей частинок руди. Результати фракційного аналізу проб руди в різних точках технологічної лінії дозволяють експериментально визначити характеристики розділення та числові значення коефіцієнтів рівняння Розіна–Раммлера. Для ідентифікації залежностей, які не можуть бути аналітично описані, використовується гібридний підхід, що супроводжується нечіткими моделями Такагі–Сугено, у супроводі з трикутними функціями приналежності, що визначають

	нечіткі множини в передумовах. Для ідентифікації нечітких множин у передумовах правила використовуються трикутні функції належності. Введення апіорних даних щодо концентрації залізної руди як обмежень для параметрів моделі є перспективним напрямком подальших досліджень, оскільки це дозволяє підвищити точність ідентифікації, незважаючи на обмежену доступність експериментальних даних.
2	Мета. Розробка методики формування просторового керування процесом ультразвукового очищення з використанням ультразвукового фазованого масиву випромінювачів. Моделювання процесу очищення на основі розробленої методики для доведення її ефективності. Методика. Використання ультразвукового масиву в якості основного випромінювача при ультразвуковому очищенні дає змогу перерозподілити потужність у ванні, збільшивши її в зонах найбільшого забруднення очищувального об'єкта. Аналітичне визначення параметрів променю проведено на основі геометричних і фізичних законів. Результати. Були визначені основні параметри для ультразвукового променю на основі вхідних і вихідних даних 3-D нечіткого інтервального контролера. Фокусна відстань була визначена за часом надходження граничного сигналу з урахуванням відстаней між датчиком і масивом. Азимутний кут спрямовано до центру ванни та залежить лише від її висоти. Значення зенітного кута розраховано як співвідношення інтенсивності поточного масиву й найближчих сусідніх у напрямку найбільшої. За замовчуванням та для фазованої решітки з максимальною інтенсивністю промінь спрямовано до центру ванни. Проведене моделювання довело, що подібний підхід дозволяє збільшити концентрацію потужності в зоні забруднення на 41,5 %, що призводить до підвищення енергоефективності очищення та зниження часу обробки тіла ультразвуком. Наукова новизна. Розроблена нова методика формування керуючого впливу при ультразвуковому очищенні, що дозволяє врахувати просторову розподіленість цього процесу, оптимізувавши витрати енергії. Практична значимість. Новий підхід до просторового керування при ультразвуковому очищенні дозволяє переспрямувати потужність у ванні до зони з найбільшим забрудненням, що призводить до підвищення енергоефективності очищення великогабаритного гірничого устаткування зі складною конфігурацією. Ключові слова: гірниче обладнання, ультразвукове очищення, ультразвуковий фазований масив, моделювання, автоматичне керування
3	Мета. Розроблення методу комплексного ультразвукового вимірювання параметрів потоку залізорудної пульпи, що проходить через робочу камеру магнітного сепаратора: продуктивності; концентрації частинок твердої фази; розподілу по крупності частинок твердої фази. Методика. У роботі використані методи моделювання процесів поширення ультразвукових хвиль у залізорудній пульпі. Розглянуті процеси поглинання й розсіювання ультразвукових хвиль у воді за наявності твердих частинок і повітряних бульбашок. Для характеристики поглинання й розсіювання акустичних коливань газовою бульбашкою, введені поняття ефективних поперечних перерізів погашення, поглинання й розсіювання. Результати. Одержана залежність фазової швидкості асиметричних хвиль Лемба від товщини стінки магнітного сепаратора. У результаті комп'ютерного моделювання процесу поширення ультразвукових хвиль одержані його часові й частотні характеристики. На основі даних, отриманих із використанням ультразвукових вимірювань, обчислені коефіцієнти рівняння Розіна-Раммлера для характеристик

	рудного матеріалу в різних точках технологічної лінії. Наукова новизна. Пропонований метод ультразвукового вимірювання характеристик залізорудної пульпи в робочій камері магнітного сепаратора відрізняється від існуючих тим, що джерело хвиль Лемба працює в режимі широкої діаграми спрямованості й підключене за V-подібною схемою, що дозволяє створити пучок когерентних хвиль, які поширюються як у стінці ємності (робочої камери сепаратора), так і у вимірюваному середовищі (залізорудній пульпі). Практична значимість. Полягає в розробленні схеми ультразвукового вимірювального каналу для визначення характеристик залізорудної пульпи в робочій камері магнітного сепаратора. Ключові слова: ультразвук, вимірювання, залізорудна пульпа, магнітний сепаратор
4	У статті розглянуто метод контролю вмісту феромагнітної складової в шламовому потоці за допомогою ультразвукових і магнітних вимірювань. Одним з основних факторів, що визначають ефективність магнітних сепараторів на залізорудних збагачувальних фабриках, є якість розподілу подрібненої руди в продукт, що містить феромагнітну складову і пусту породу. У зв'язку з тим, що в більшості випадків магнітні сепаратори видобувають мінерали з сильно магнітними властивостями, для покращення контролю за технологічним процесом важливо визначити вміст магнітної складової у вхідній руді та продуктах її розподілу. В даний час низька точність і надійність роблять існуючі засоби оперативного контролю вмісту феромагнітної складової в потоці шламу неефективними. Щільність шламу є одним із основних факторів, що впливають на точність вимірювань, що зумовлює необхідність вимірювання цього параметра при контролі вмісту феромагнітної складової. Комбіновані методи вимірювань є перспективним напрямком розробки датчиків вмісту корисних компонентів у потоці шламу. У статті описано спосіб контролю вмісту феромагнітної складової в шламовому потоці за допомогою ультразвукових і магнітних вимірювань.
5	На процес переробки залізорудної сировини різною мірою впливає велика кількість різних факторів, зокрема характеристики мінерального складу руди та параметри технологічного обладнання. Для вирішення завдань підвищення продуктивності збагачувальної фабрики з концентрату необхідна розробка ефективних регламентних умов ведення процесу, вдосконалення технологічного обладнання, розробка методів управління технологічними процесами з урахуванням технологічних властивостей руди, що надходить у переробку. Запропоновано метод підвищення ефективності процесів магнітного збагачення залізняку на основі оцінки поведінки частинок подрібненої руди під дією радіаційного тиску ультразвуку високої інтенсивності. Встановлено залежності між фізико-механічними та хіміко-мінералогічними характеристиками частинок твердої фази залізорудної пульпи та їх поведінкою у технологічних потоках під впливом керованих ультразвукових коливань, на основі яких може бути виконано імітаційне моделювання процесу та визначено оптимальні керуючі впливи. Отримані залежності та математичні моделі нелінійного просторового процесу поширення ультразвуку високої інтенсивності в залізорудній пульпі дозволили реалізувати метод оцінки характеристик процесів магнітного збагачення залізняку та за рахунок цього підвищити ефективність згаданих операцій. Запропоновано методику розрахунку інтенсивності ультразвуку в певній точці зони вимірювань, яка дозволяє здійснювати прогнозоване зміщення частинок подрібненої руди та зміна фракційного складу твердої фази пульпи під керованим впливом радіаційного тиску високої ультразвуку інтенсивності. Розроблений метод та реалізуючий його програмно-технічний комплекс дозволяють коректно відновлювати функцію

	розподілу частинок подрібненої руди за розмірами, а на її основі прогнозувати результати технологічних операцій та формувати керуючі впливи.
6	Призначення. Метою дослідження є дослідження та синтез адаптивного керування бурінням шляхом визначення параметрів моделі об'єкта в умовах нестаціонарності. Методи. В умовах швидкозмінних показників буріння свердловин використовується дворівнева адаптивна стратегія управління, що поєднує дослідження буріння та його контроль. До складу системи керування входить додатковий блок формування моделі на основі даних про непрямі ознаки. Висновки. У дослідженні розроблено метод пошуку екстремуму, розроблений для об'єкта, динаміка якого описується лінійним диференціальним рівнянням першого порядку. Метод дозволяє визначити значення вихідного сигналу шляхом оцінки початкової фази перехідного процесу, викликаного зміною вхідного сигналу на заданий крок. Оригінальність. Запропонований алгоритм безшумної ідентифікації дає змогу оцінити коефіцієнт перенесення об'єкта керування під дією випадкових збурень. Отримані дані використовуються для регулювання коефіцієнта посилення контролера в замкнутій системі автоматичного керування бурінням. Практичні наслідки. Запропонована структура та алгоритм керування бурінням дозволяє підвищити ефективність буріння шляхом забезпечення відповідних механічних швидкостей буріння через визначення відповідних швидкостей обертання та осьових навантажень бурового інструменту. Ключові слова: адаптивне керування, буріння, нестаціонарність, ідентифікація, модель
7	Розроблено методику визначення вмісту феромагнітної складової у твердій фазі рудної суспензії. Запропонований метод дозволяє визначати об'ємні частки твердої фази та магнітної складової в пульпі за результатами вимірювання інтенсивності хвиль Лява та магнітної проникності пульпи. Не обов'язково знати інтенсивність хвилі на виході джерела ультразвуку. Наведено результати розрахунку коефіцієнта ослаблення в залежності від об'ємної частки твердої фази в пульпі. За даними хімічного аналізу наведено порівняльні результати вимірювань вмісту феромагнітної складової в пульпі. Ключові слова: феромагнітна складова; Магнітне поле; Рудна суспензія; Тверда фаза; УЗД.
8	Мета. Підвищення енергоефективності та якості автоматизованого керування технологічною лінією збагачення, збільшення вилучення корисного компонента у концентрат при переробленні заліззовмісних руд, представлених мінералого-технологічними різновидами, шляхом розроблення принципів і підходів до розподіленого оптимального керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва на основі динамічної просторово-часової моделі. Методика. Ґрунтуючись на тому, що кінцеві результати роботи збагачувальної фабрики залежать від сукупності вхідних параметрів і результатів функціонування комплексу взаємопов'язаних нелінійних динамічних об'єктів, запропоновано удосконалений підхід до моделювання процесів збагачення заліззорудної сировини на основі структур Вольтерра-Лагерра, із застосуванням вихідних сигналів окремих технологічних стадій, що характеризують гранулометричний склад руди, що переробляється. Результати. Встановлено, що при синтезі моделей не-лінійних динамічних об'єктів збагачувального виробництва доцільно використовувати структури Вольтерра, при цьому помилка моделювання не перевищує 0,039 при середньоквадратичному відхиленні 0,0594. Використання проєціювання моделей Вольтерра на

	ортонормовані базисні функції дозволило спростити процес параметризації та знизити чутливість моделей до шумів. Показано, що з ортонормованих функцій доцільно застосувати функції Лагерра. Зазначене дозволяє мінімізувати кількість параметрів моделей у процесі ідентифікації. Наукова новизна. Удосконалено метод ідентифікації нелінійних динамічних об'єктів збагачувального виробництва на основі просторово-часової моделі Вольтерра, який відрізняється від наявних тим, що для підвищення робастності моделі Вольтерра до шумів здійснене її проєціювання на набір ортонормованих базисних функцій Лагерра. Практична значимість. Результати апробації дозволяють зробити висновок щодо доцільності реалізації просторово-часової моделі Вольтерра у просторі станів за допомогою мережі Лагерра, що дозволяє підвищити точність моделювання в умовах дії шумів у порівнянні з моделлю Вольтерра зменшення помилки моделювання на 18,11 % при 40 ітераціях ідентифікації. Експериментальна перевірка точності ідентифікації із застосуванням моделі Вольтерра-Лагерра в системі контролю вмісту заліза в різних точках технологічної лінії збагачення підтверджує доцільність даного методу. Ключові слова: нелінійна динаміка, модель Вольтерра-Лагерра, збагачувальне виробництво, ідентифікація
--	---

Додаток 4. Анотації українською мовою до монографій які представляють результати дослідження і наведені у Таблиці 5

№ моногр. у Таблиці 5	Анотації
1	Монографія присвячена питанням контролю та управління якістю мінеральної сировини відкритого та підземного видобутку з використанням ядернофізичних, магнітометричних та інших методів вимірювань. В умовах жорсткої конкуренції на світовому ринку залізорудної сировини основним завданням гірничодобувних та гірничозбагачувальних підприємств є отримання високоякісного концентрату за мінімізації втрат корисного компонента. В даний час це завдання вирішують із застосуванням різних геофізичних методів контролю фізико-механічних та хіміко-мінералогічних характеристик сировини, що надходить в переробку. Однак, незважаючи на суттєві досягнення в галузі методичних розробок та технічних засобів у галузі чорної металургії, залишається низка не повністю вирішених завдань: - не створено єдину методологію оперативного контролю та управління якістю мінеральної сировини із застосуванням геофізичних методів, що включає всі стадії розробки родовищ корисних копалин та їх переробку; - відсутні практичні рекомендації щодо вибору методу безперервного контролю якості мінеральної сировини залежно від його хіміко-мінералогічних та фізико-механічних характеристик; У монографії розглянуто різні способи оперативного контролю та управління якістю залізних, хромових та марганцевих руд у процесі їх видобутку та переробки з використанням ядернофізичних (гамма-гамма) та магнітометричних методів. Наведено математичне обґрунтування та алгоритмізація методів вимірювань, а також опис впроваджених на гірничих підприємствах України, Росії та Казахстану мобільних та стаціонарних пристроїв оперативного контролю якості мінеральної сировини. У проведенні науково-дослідних робіт та впровадженні засобів оперативного контролю якості мінеральної сировини брали участь Василенко В.Є.,

	Зубкевич В.Ю., Лісовий Г.М., Мірошник Д.Ю., Серебреніков В.М., Шаров В.В. та ін. Автори висловлюють особливу подяку доценту, к.т.н. Азарян Р.С. за надану допомогу та цінні поради при оформленні монографії.
2	У монографії розглянуто основні методи (атомний, магнітометричний, фотометричний та маркшейдерський) оперативного контролю якості руд чорних металів у гірничодобувній промисловості. Наведено результати математичного моделювання процесів розробки та впровадження мобільних пристроїв і мікропроцесорних систем оперативного контролю якості мінеральної сировини. Монографія розрахована на інженерно-технічних працівників гірничо-збагачувальних підприємств, наукових працівників, аспірантів і студентів гірничих вищих навчальних закладів.

Додаток 5. Анотації захищених кандидатських і докторських дисертацій виконавцями, що наведені у Таблиці 9

№ з/п	Назви дисертацій та їх анотації
1	Котов І. А. Автоматизація процесів антикризового диспетчерського керування енергосистемами гірничо-металургійного комплексу на основі еволюційної інкорпорації професійних онтологій. – На правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.07 — «Автоматизація процесів керування». Криворізький національний університет, Міністерство освіти і науки України, Кривий Ріг, 2021. Дисертація присвячена актуальній науково-технічній проблемі теоретичної розробки і практичного впровадження моделей, методів і засобів уніфікованого еволюційного подання професійних онтологій у системах підтримки прийняття рішень для управління режимами електроенергетичних систем гірничо-металургійного комплексу. У роботі досліджені структури електроенергетичного комплексу України і оперативно-диспетчерського управління в сучасних складних соціально-економічних умовах. Обґрунтована необхідність докорінної модернізації АСДК в напрямі інтелектуалізації диспетчерського управління. Сформовано єдиний еволюційний підхід до інкорпорації та обробки професійних онтологій для побудови інтелектуальних систем і автоматизації управління складно структурованими об'єктами. Запропоновано єдину математичну модель інтеграції та еволюційного успадкування професійних онтологій, що включає також модель когнітивної діяльності експертної системи в загальну ієрархію подання професійних знань. Формалізовано систему еволюційного узагальнення теоретико-множинної моделі базових концептів, систему онтологічного узагальнення еволюції знань і методів їх обробки, що дає змогу створювати універсальні алгоритми побудови знань і логічного висновку. Удосконалено формальний апарат подання і використання онтологій, інваріантний по відношенню до конкретних професійних галузей, що сприяє побудові універсальних систем підтримки прийняття рішень. Розроблено програмний комплекс системи підтримки рішень для автоматизації диспетчерського оперативного управління нормальними і аварійними режимами енергосистеми. Запропоновано схему впровадження СППР в середовище діючої АСДК енергосистем. Практична цінність розроблених онтологічних моделей знань, методів і засобів їх використання перевірені при вирішенні задач управління режимами енергосистеми в нормальних і аварійних умовах. Проведено оцінку економічної ефективності СППР в нормальних і аварійних режимах експлуатації об'єкта управління.

	Ключові слова: інкорпорація, концепт, лінгвістична змінна, метаправило, онтологія, продукція, семантична мережа, сигнальний граф, тезаурус, тригерна модель фазифікації, формальна мова, функція інтерпретації, функція приналежності.
2	Гриценко А.М. Удосконалення методів та засобів визначення вмісту корисних компонентів в залізорудному масиві. – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.13 - Прилади і методи контролю та визначення складу речовин. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», МОН України, м. Київ, 2021. Дисертація присвячена розробці та удосконаленню методів та засобів синхронного визначення вмісту заліза загального і заліза магнетитового в залізорудному масиві. Основне наукове завдання дисертаційної роботи полягає у встановленні закономірностей зміни інтенсивності інтегрального потоку розсіяного гамма-випромінювання гірською породою в залежно від її механічних і фізико-хімічних властивостей, стану поверхні свердловини, а також залежності магнітної сприйнятливості гірських порід від вмісту заліза магнетитового, з метою підвищення точності оперативного контролю вмісту корисних компонентів в залізорудному масиві по стінці вибухової свердловини. Ключові слова: вміст заліза магнетитового, вміст заліза загального, селективний гамма-гамма метод, індуктивний метод, комбінований свердловинний пристрій, оперативний контроль.

Додаток 6. Короткий зміст (анотації) досліджень за грантами, що наведені у Таблиці 8

№ з/п	Назви грантів та їх анотації
1	EU ERASMUS+ 609557-EPP-1-2019-1-LV-EPPKA2-CBHE-JP: «Development of practically-oriented student-centred education in the field of modelling of Cyber-Physical Systems / CybPhys» - «Розвиток практично-орієнтованої студентоцентрованої освіти в галузі моделювання кіберфізичних систем - CybPhys» (2019 –2023). CybPhys - це проект, метою якого є запровадити нову навчальну програму з практично-орієнтованого моделювання та імітаційного моделювання для інноваційних фізико-математичних та інженерних тем для високотехнологічних галузей на основі аналізу потреб ринку праці у тісній співпраці з професійними асоціаціями, високотехнологічними компаніями та науково-дослідними установами України. Кібер-фізичні системи (КФС) - це електронні системи, компоненти та програмне забезпечення, які взаємодіють з фізичними системами та їх оточенням, забезпечуючи можливості для виявлення, моніторингу, аналізу та управління пристроями, компонентами та процесами в різних сферах застосування. CPS здатні надавати міжгалузеві рішення зі скороченим часом виходу на ринок, забезпечуючи значні економічні результати та зростання в секторах, що мають вирішальне значення для економіки та конкурентоспроможності Європи, а також стимулювати інновації, щоб впоратися з "новою цифровою трансформацією" Європи. Основні результати: – Розроблені, апробовані та офіційно затверджені навчальні програми для бакалаврату та магістратури відповідно до потреб ринку праці на основі Болонської практики. – Розроблені дидактичні матеріали (електронні книги, посібники для лабораторних робіт, конспекти лекцій тощо).

	– Сучасна інфраструктура з інноваційним навчально-методичним середовищем на основі ІКТ для підвищення кваліфікації та навичок у сфері моделювання та симуляції ЦПС (електронна бібліотека та спільна платформа моделювання та симуляції). – Методології навчання і викладання та педагогічні підходи до використання ІКТ: гнучке навчання, змішані курси, віртуальна і реальна мобільність, придбання інноваційних інструментів – Висококваліфікований викладацький склад, знайомий з сучасними потребами, освітніми технологіями та цільовими потребами. Мережа університет - підприємство, яка працює за межами проекту.
2	EU ERASMUS+ 619227-EPP-1-2020-1-UA-EPPKA2-CBHE-JP: «University teachers' certification centres: innovative approach to promotion teaching excellence / UTTERLY» - «Центри сертифікації викладачів: інноваційні підходи до досконалості викладання» (2021 –2023). UTTERLY - це 3-річний проект, метою якого є сприяти модернізації системи вищої освіти в Україні, запроваджуючи університетські центри підвищення кваліфікації для просування європейських освітніх інновацій шляхом професійної сертифікації викладачів університетів. Цілі проекту: 1. Модернізувати існуючу систему професійного розвитку та сертифікації викладачів університетів в Україні, шляхом створення 9 незалежних Центрів Досконалості Викладання (ЦДВ) з подальшим об'єднанням їх у мережу, що дозволить підвищити рівень якості викладання в університетах. Створення ЦДВ дозволить викладачам університетів отримати альтернативну, якісну та доступну можливість підвищення кваліфікації та сертифікації з розширенням пропозицій вибору місця її проходження. Це збільшить мотивацію до постійного підвищення професійної кваліфікації, використання успішного європейського досвіду для покращення навчального процесу та забезпечення вищої якості освіти. ЦДВ та постійно зростаючий пул випускників зможуть забезпечити широкий та стійкий вплив на підвищення рівня кваліфікації викладачів у системі вищої освіти України. У рамках проекту буде покращено освітню інфраструктуру (відкриття 9 ЦДВ), створено умови для підвищення потенціалу закладів вищої освіти. Європейські університети-партнери протягом проекту сприятимуть впровадженню та адаптації міжнародного досвіду. 2. Запровадити програми професійної сертифікації викладачів університетів на основі кращих європейських практик та освітніх інновацій для забезпечення досконалості викладання. Спільно з європейськими та українськими експертами буде розроблено програму сертифікації викладачів. Оцінювання викладачів під час проходження стажування буде побудовано за європейськими стандартами. Усі викладачі, що пройшли сертифікацію будуть внесені до спеціально розробленої бази даних. Під час проекту буде розроблено професійні стандарти для викладачів університету та запропоновано механізми вдосконалення регулювання атестації викладачів університету. 3. Розробити та пілотувати нову програму досконалості викладання, включаючи описи навчальних курсів та МООС, що передбачає потреби академічного середовища в Україні та приведе до підвищення якості атестації викладачів університету. Навчальна програма підвищення кваліфікації має відповідати сучасним викликам у вищій освіті та враховувати професійні профілі сучасного викладача університету. Сертифікація дозволить покращити викладацьку майстерність, базуючись на європейських освітніх інноваціях. Процес навчання має стати багатшим, цікавішим та більш корисним як для студентів, так і усіх зацікавлених сторін. Університети отримають кваліфікований людський капітал, що пройшов тренінги в ЄС. Буде вдосконалено систему розвитку педагогічних навичок. Впровадження нових процесів сертифікації стимулюватиме викладачів до особистого та професійного зростання.

3	ERASMUS-EDU-2022-CBHE № 101082928: «Students' Personalised Learning Model, Based on the Virtual Learning Environment of Intellectual Tutoring "Learning with No Limits" / SMART-PL» - «Модель персоналізованого навчання студентів на основі віртуального навчального середовища інтелектуального тьюторства "Навчання без обмежень"» (початок проекту - 1 January 2023, завершення - 31 December 2025). SMART-PL – це проект, спрямований на впровадження моделі персоналізованого навчання, що базується на віртуальному навчальному середовищі інтелектуального тьюторства "Навчання без обмежень". Інтелектуальне тьюторство - це набір інструментів для навчання: SMART-платформа для віртуального персоналізованого навчання та формувального оцінювання учнів; коворкінг-центр з обладнанням для організації гібридного навчання, що підвищує ефективність освітнього процесу та надає більше можливостей як вчителям, так і учням. "Навчання без обмежень" означає, що вітаються всі студенти - незалежно від віку, особистості, соціально-економічного статусу чи освітніх потреб, незалежно від можливості бути присутнім в аудиторії чи ні. Проект поділений на 7 РП, які пов'язані зі сприянням співпраці партнерів для впровадження європейського досвіду персоналізованого навчання; удосконаленням освітніх програм університетів; підвищенням прозорості та зрозумілості навчання та оцінювання для студентів (у тому числі результатів неформальної освіти), зменшенням тривожності студентів щодо своєї професійної компетентності та формуванням у них впевненості у досягненні ефективних результатів; підвищення якості навчально-методичних матеріалів; сприяння мобільності студентів, у тому числі у віртуальному режимі, в масштабах університету/країни, між університетами/країнами, між академічними секторами та формами навчання); створення додаткових можливостей для здобуття вищої освіти особами з інвалідністю та особливими освітніми потребами через інклюзивну освіту та впроваджену модель персоналізованого навчання і гібридні технології. Основоположним принципом проекту є персоналізований підхід, спрямований на формування висококваліфікованого конкурентоспроможного фахівця, здатного до інноваційної діяльності та володіє навичками безперервного професійного розвитку. Персоналізований підхід характеризується інноваційними методами навчання, покликаними заохочувати співпрацю між студентами та викладачами, підкреслюючи центральну роль студентів у контролі свого навчання.
4	ERASMUS-EDU-2021-VIRT-EXCH-NDICI № 101083883: «Development of the Model and Common Information Space of Virtual Exchange Programs / MOVEx» - «Розробка моделі та Єдиного Інформаційного Простору Програм Віртуальних Обмінів» (початок проекту - 1 December 2022, завершення - 30 November 2025). MOVEs - це проект, спрямований на організацію ефективної Програми віртуальних обмінів як платформи для професійної та міжкультурної взаємодії, обміну досвідом, забезпечення якісних освітніх послуг та створення умов для розвитку навичок співпраці та комунікації молоді, а також розширення доступу до міжнародного навчання для кожного студента, незалежно від його обставин, походження та здібностей, особливо в умовах обмеженої мобільності студентів та обмежених фінансів. Програма віртуальних обмінів - це не лише короткострокове рішення для подолання проблем, з якими стикаються сьогодні вищі навчальні заклади України та Грузії, але й частина комплексного плану, спрямованого на просування інтернаціоналізації для кожного вищого навчального закладу та кожного студента. Для організації активної взаємодії між підрозділами, які беруть участь у залученні та навчанні студентів у рамках проектів академічної мобільності, пропонується модель віртуальних національних та міжнародних програм академічних обмінів, яка складається з взаємопов'язаних компонентів: організаційної структури, цифрової підтримки, комунікації та взаємодії.

	Метою проекту є вдосконалення напрямів і форм співпраці та комунікації для всіх академічних та адміністративних підрозділів університету; підготовка експертів-фасилітаторів для розробки проектів віртуальних обмінів з колегами з інших країн; підвищення кваліфікації адміністративного та викладацького складу для отримання навичок роботи з мобільними студентами та допомоги їм в оволодінні навичками міжкультурної комунікації; розробка інструменту для обміну інформацією та міжкультурного діалогу між студентами та викладачами різних університетів, національностей, культур та мов. Діяльність проекту буде спрямована на обмін знаннями та формування навичок взаємодії в поліетнічному середовищі, спрощення процедур створення та розміщення навчальних матеріалів, методів дистанційної взаємодії, надання доступу до різноманітних ресурсів, необхідних для проведення освітнього процесу на високому рівні.
--	---

Керівник _____ дата:
Підпис