



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова приймальної комісії

Микола Ступнік
Микола СТУПНІК
«31» 05 2025 р.

ПРОГРАМА

фахового вступного випробування для прийому на навчання
за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти
на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю G11 – Машинобудування
(за спеціалізацією G11.03 – Технологічні машини та обладнання).

Кривий Ріг
2025 р.

Програма фахового вступного випробування складена в обсязі програми вищої освіти магістра за спеціальністю G11 – Машинобудування (за спеціалізацією G11.03 – Технологічні машини та обладнання).

Програму склали:

1. К.т.н, доц. Андрій ХРУЦЬКИЙ
2. Д.т.н., проф. Анатолій ГРОМАДСЬКИЙ
3. К.т.н., проф. Юрій ГОРБАЧОВ



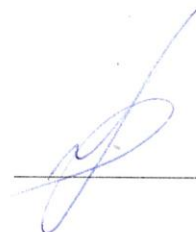
Узгоджено на засіданні кафедри гірничих машин і обладнання
Протокол №14 від 06.05.2025 р.

Завідувач кафедри
канд. техн. наук, доц. Андрій ХРУЦЬКИЙ



Узгоджено на засіданні вченої ради факультету
механічної інженерії та транспорту
Протокол №11 від 08.05.2025 р.

Голова вченої ради факультету
механічної інженерії та транспорту
канд. техн. наук, доц. Андрій ПІКІЛЬНЯК



ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
1. Перелік дисциплін, що виносяться на фахове вступне випробування	4
2. Порядок проведення фахового вступного випробування	4
3. Перелік тем та питань з дисциплін, що виносяться на фахове вступне випробування	4
4. Критерії оцінювання тестових завдань різних рівнів складності	11
5. Таблиця переведення тестових балів фахового іспиту	11
6. Рекомендована література для підготовки до фахового вступного випробування	12

ВСТУП

Метою проведення фахового вступного випробування є перевірка рівня підготовки бажаючих навчатися за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю G11 – Машинобудування (за спеціалізацією G11.03 – Технологічні машини та обладнання).

1 ПЕРЕЛІК ДИСЦИПЛІН, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ФАХОВЕ ВСТУПНЕ ВИПРОБУВАННЯ

1. «Дослідження життєвого циклу гірничих машин».
2. «Динаміка гірничих та збагачувальних машин».
3. «Моделювання і оптимізація процесів у галузевому машинобудуванні».
4. «Надійність гірничих, транспортних та збагачувальних машин».
5. «Основи наукових досліджень».
6. «Нові технічні рішення гірничих машин».
7. «Проектування збагачувальних машин».
8. «Засоби механізації потокових технологій видобутку руди».

2 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Фахове випробування проводиться в письмовій формі у вигляді тестів у відповідності з нормами чинного законодавства, зокрема з Правилами прийому до Криворізького національного університету у 2025 році та Правилами прийому до аспірантури. Білети до випробувань включають 45 тестових завдань трьох рівнів складності. На виконання вступної роботи відводиться 2 астрономічні години (120 хвилин).

3 ПЕРЕЛІК ТЕМ ТА ПИТАНЬ З ДИСЦИПЛІН, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ФАХОВЕ ВСТУПНЕ ВИПРОБУВАННЯ

3.1 «Дослідження життєвого циклу гірничих машин»

Структура життєвого циклу гірничих машин.

Проектування та вимоги до механізованих комплексів гірничого виробництва.

Основні етапи створення гірничої техніки і види проектних робіт.

Продуктивність комплексів і агрегатів. Економічні основи конструювання.

Комплексна механізація процесів підземної розробки рудних родовищ. Загальні принципи технології і техніки при підземному видобутку залізних руд.

Технічне обслуговування гірничих машин.

Залежність параметрів технічного стану і працездатності гірничих машин від умов експлуатації і конструктивних, виробничо-технологічних та експлуатаційних факторів.

Діагностика гірничих машин і змащування гірничих машин.

Демонтаж гірничих машин.

3.2 «Динаміка гірничих та збагачувальних машин»

Гірничі машини як об'єкт дослідження динамічних процесів

Особливості реєстрації і аналізу випадкових динамічних навантажень гірничих машин.

Гірничотехнічні умови експлуатації і динамічні навантаження гірничих машин.

Динамічні навантаження і експлуатаційна надійність роботи обладнання гірничої машини.

Складання приведеної еквівалентної моделі гірничої машини.

Розрахунок та ідентифікація спектрів коливань гірничої машини на прикладі кар'єрного екскаватора.

Вибір раціональних параметрів підвіски робочого устаткування екскаватора

Теоретичні та практичні основи зниження вібрації амортизаторами селективного демпфування власних коливань.

Розробка і експлуатація систем, зниження динамічних навантажень устаткування гірничих машин на прикладі кар'єрних екскаваторів/

3.3 «Моделювання і оптимізація процесів у галузевому машинобудуванні»

Визначення моделі. Класифікація моделей. Методи моделювання. Класифікація методів моделювання.

Визначення математичної моделі. Змістовна модель. Вимоги до математичних моделей. Типи математичних моделей. Послідовність побудови математичної моделі.

Основні поняття планування експериментів. Регресійний аналіз в MathCAD. Кореляційний аналіз в MathCAD. Метод найменших квадратів.

Основні поняття та початкові умови складання диференціальних рівнянь. Опис сімейства кривих. Налаштування відомого диференціального рівняння під умови задачі. Розв'язання диференціальних рівнянь методом кінцевих різниць.

Графи та способи їх завдання. Основні визначення. Представлення

графів через матриці. Дерева. Полюсні графи. Двополюсні графи. Приклади двополюсних графів. Механічні поступальні системи. Механічні обертальні системи. Пневматичні (гідравлічні) системи. Багатополюсні компоненти. Полюсний граф багатополюсника. Диференціальний редуктор. Гідромеханічні багатополюсними.

Основні визначення і поняття при постановці завдання оптимізації. Види оптимізації. Класифікація методів оптимізації.

Завдання одновимірної оптимізації. Екстремум одновимірної функції, що диференціюється. Метод золотого перерізу. Метод повного перебору.

Завдання багатовимірної оптимізації. Екстремум функції багатьох змінних, що диференціюється. Пошук екстремуму функції за допомогою MathCAD. Метод покоординатного спуска. Сімплекс-метод.

Визначення умовної оптимізації. Математичне програмування. Лінійне програмування. Задача лінійного програмування про ресурси. Задача лінійного програмування про розкрюювання. Нелінійне програмування.

Визначення багакритерійної оптимізації. Постановлення завдання багакритерійної оптимізації. Оптимальність за Парето. Метод пошуку компромісного рішення на основі зваженого середньоарифметичного. Метод багакритерійної оптимізації для неявнозаданих функцій.

Остов мінімальної ваги. Задача про найкоротший шлях на графі. Найкоротший шлях на орієнтованому графі. Поняття про мережеве планування.

Основні поняття параметричної оптимізації конструкції. Послідовність параметричної оптимізації конструкції. Топологічна оптимізація. Послідовність топологічної оптимізації. Помилки при топологічній оптимізації.

3.4 «Надійність гірничих, транспортних та збагачувальних машин»

Основні терміни та визначення теорії надійності. Працездатність, надійність, безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та збереженість технічних об'єктів. Відмова як одне з найважливіших понять теорії надійності. Основні показники надійності

Основні поняття теорії ймовірності. Класифікація подій. Теореми складання та множення ймовірностей. Теорема повної ймовірності. Розподілення та чисельні характеристики випадкових величин.

Класифікація відмов гірничого обладнання. Основні причини і наслідки відмов гірничого та гірничозбагачувального обладнання. Фізична природа відмов елементів гірничих машин. Основні види та особливості навантажень гірничого обладнання. Причини, наслідки та різновиди зношення деталей машин. Шляхи боротьби зі зношенням.

Способи і форми отримання статистичної інформації про роботу обладнання в умовах його експлуатації. Вимоги до якості цієї інформації. Визна-

чення мінімального обсягу статистичних даних. Оцінка результатів спостережень. Обробка статистичних даних.

Потік відмов та його характеристики. Параметр потоку відмов. Властивості найпростішого потоку відмов. Структурні формули надійності засобів механізації гірничих робіт.

Структурні стани механічного обладнання. Функціонування засобів механізації як випадкове чергування їх різних структурних станів. Формування потоків відмов обладнання при послідовному та паралельному з'єднанні його елементів. Різновиди зв'язків засобів механізації.

Резервування як спосіб підвищення працездатності механічного обладнання. Навантажувальне, часове та структурне резервування. Кратність резерву. Способи резервування.

Оптимізація рівня надійності створюваної техніки. Шляхи підвищення надійності гірничої техніки на стадії проектування. Основні засоби та раціональні межі підвищення довговічності деталей машин. Способи підвищення надійності механічного обладнання на стадії його виготовлення.

Умови і режими роботи механічного обладнання. Етапи зношення деталей машин під час експлуатації. Основні раціональні шляхи підвищення надійності у процесі експлуатації. Планово-попереджувальна система технічного обслуговування та ремонту гірничого обладнання. Види технічного обслуговування та методи ремонту. Основні принципи керування надійністю гірничого обладнання на стадії його експлуатації.

Основні різновиди ушкоджень гірничого обладнання. Заходи підвищення рівня надійності бурового і виймально-навантажувального обладнання, трубо- і пульпопроводів, що працюють в умовах контакту з абразивною гірничою масою. Підвищення довговічності електровозного та конвеєрного транспорту. Заходи підвищення надійності дробарок і млинів різних типів.

3.5 «Основи наукових досліджень»

Понятійний апарат науки, рівні та форми наукового пізнання. Види класифікацій наук.

Методологія наукового дослідження. Системний підхід як напрямок методології наукового пізнання. Методи наукового дослідження. Загально філософські методи. Загальнонаукові методи дослідження. Методи емпіричного дослідження. Методи теоретичного дослідження. Загально-логічні методи. Історичний та логічний методи наукового пізнання. Методика наукового дослідження.

Підготовка та виконання наукових досліджень. Структура та етапи виконання наукового дослідження.

Загальна характеристика магістерської роботи. Визначення основних складових магістерської роботи. Наукова новизна. Практичне значення одержаних результатів. Апробація результатів роботи. Висновки та рекомендації. Керування часом при виконанні досліджень за темою магістерської роботи.

Найбільш поширені види наукових видань для публікації результатів наукових досліджень. УДК – універсальна десяткова класифікація. Вивчення першоджерел як форма наукової роботи. Методи добору фактичних матеріалів і огляду. Робота над статтями та доповідями. Вимоги до усного викладу, презентації. Поняття академічної доброчесності. Основні види порушень академічної доброчесності.

3.6 «Нові технічні рішення гірничих машин»

Вступ. Основні поняття та постулати теорії розв'язання винахідницьких завдань (ТВРЗ). Типи інструментів ТРВЗ. Протиріччя вимог та протиріччя властивостей.

Прийоми розв'язання технічних протиріч. Список 40 основних прийомів розв'язання технічних протиріч. Список 10 додаткових прийомів розв'язання технічних протиріч. Таблиця застосування прийомів розв'язання технічних протиріч. Загальносистемні прийоми вирішення протиріч вимог. Принципи розв'язання протиріч властивостей.

Закон повноти частин системи. Закон «енергетичної провідності» системи. Закон узгодження ритміки частин системи. Закон збільшення ступеня ідеальності системи. Закон нерівномірності розвитку частин системи. Закон переходу в надсистему. Закон динамізації технічних систем. Закон переходу з макрорівня на мікрорівень. Закон збільшення ступеня вепольності.

Перехід в надсистему і до підсистем (на мікрорівень). Лінії колективно–індивідуального використання систем. Лінія введення елементів (речовин). Лінія введення і розвитку полів взаємодії. Лінія дроблення і динамізації. Лінії узгодження–неузгодженості і структуризації. Лінія розвитку систем за допомогою S-подібних кривих.

Побудова дерев еволюції. Базове і конкретне Древа еволюції. Вимоги до класифікаційної структури. Використання дерев еволюції.

Філогенез та онтогенез у системному операторі.

Модель функцій. Види аналізу. Аналіз функцій елементів системи. Алгоритм формування функцій елементів системи. Теореми функціонального аналізу.

Універсальна система стандартів розв'язання винахідницьких завдань. Визначення стандарту. Стандарт № 1. Стандарт № 2. Стандарт № 3. Стандарт № 4. Стандарт № 5. Стандарт № 6. Стандарт № 7. Стандарт № 8. Стандарт № 9. Стандарт № 10. Пошук і використання інформації в ТРВЗ.

Основні визначення та правила роботи з елеполями.

Алгоритм розв'язання винахідницьких завдань. Конфліктуючі елементи. Оперативний час, оперативна зона. Системні ресурси, матеріально-польові ресурси.

Психологічна інерція. Метод спроб та помилок. Класифікації методів розвитку творчої уяви. Мозковий штурм. Синектика. Метод фока-

льних об'єктів. Метод «Сніжного кома». Метод «Золотої рибки». Оператор РВС. Метод числової осі. Оператор РВС (розмір, час, вартість). Метод маленьких чоловічків.

Кількісні та якісні методи прогнозування. Прогнозування на основі методу дозволу «Вузлових» протиріч». Протиріччя та ідеальність як методи прогнозування. Прогнозування соціально-технічних і соціальних систем. Прогнозування глобальних систем. Етапи прогнозування на основі дозволу «Вузлових» протиріч». Метод системного багаторівневого прогнозування.

3.7 «Проектування збагачувальних машин»

Підготовчі, основні та допоміжні технологічні процеси збагачення руд. Вимоги до гірничозбагачувальної техніки. Основні етапи розробки нової техніки. Науково-дослідницькі роботи як складова частина процесу проектування. Забезпечення якості об'єкту проектування. Показники призначення та надійності техніки. Прогнозування параметрів гірничозбагачувальних машин. Стадії розробки конструкторської документації. Підготовка, організація та освоєння серійного виробництва машин. Порядок розробки проекту.

Методи створення похідних машин на базі уніфікації. Способи раціонального скорочення номенклатури об'єктів виробництва. Шляхи зниження маси та металоємності машин. Методи підвищення міцності, жорсткості та надійності конструкцій гірничої техніки.

Конструкційні матеріали гірничого та гірничозбагачувального обладнання. Основні принципи раціонального конструювання гірничої техніки. Методи конструювання деталей, що працюють під дією навантажень. Вибір раціональних конструктивних форм деталей та порядку їхнього компонування.

Режими навантаження гірничих та гірничозбагачувальних машин. Розрахунки конструкцій на міцність та жорсткість. Розрахунки деталей та вузлів, що працюють під впливом змінних у часі навантажень. Розрахунок деталей, що працюють у режимі абразивного зношення.

Теоретичні та практичні особливості процесів механічного подрібнення міцної мінеральної сировини. Способи подрібнення, параметри ефективності процесу. Основи механіки руйнування гірничих порід. Розрахунки і конструювання щоківних, конусних, валкових, молоткових та роторно-бильних дробарок. Особливості проектування барабанних млинів. Проектування подрібнювального обладнання вібраційного типу.

Особливості процесу розділення матеріалів за крупністю на ситі. Основні параметри процесу грохочення. Класифікація грохотів гірничозбагачувального виробництва. Вибір вихідних параметрів та основні принципи проектування робочих органів, систем віброізоляції та приводних пристроїв грохотів вібраційного типу.

Продукти та результати основних процесів збагачення мінеральної сировини. Принципи проектування механічного обладнання для гравітаційної,

флотаційної, магнітної, електричної та радіометричної сепарації металевих руд.

Класифікація та важливість здійснення допоміжних процесів збагачення мінеральної сировини. Основні принципи проектування транспортного обладнання гірничозбагачувальних підприємств (стрічкових та вібраційних конвеєрів, живильників). Розрахунки та конструювання обладнання для окусування концентратів.

3.8 «Засоби механізації поточкових технологій видобутку руди»

Проектування та конструювання техніки. Рівні конструкторської діяльності. Економічні, соціальні, технічні, технологічні, експлуатаційні та спеціальні вимоги до створюваної гірничої техніки.

Документи, що регламентують порядок процесу розробки та постановки на виробництво нової гірничої техніки. Технічний рівень та якість гірничих машин. Показники призначення та надійності техніки. Основні стадії розробки нової техніки. Методи наукового інженерного прогнозування конструкцій майбутніх машин.

Продуктивність гірничих машин, комплексів та агрегатів як основний показник технічного рівня механізованого обладнання. Теоретична, технічна та експлуатаційна продуктивність: визначення, порівняльний аналіз, методи розрахунку. Економічні аспекти процесу конструювання гірничої техніки. Головні фактори, що визначають економічність машини. Структурний аналіз економічного ефекту, отриманого від використання техніки.

Загальні принципи технології і техніки при підземному видобутку залізних руд. Основні етапи підземних гірничих робіт та аналіз сучасного рівня їхньої механізації. Поточкова організація виробництва як найкраща форма досягнення технічного прогресу. Основні ознаки та принципи поточкового методу виробництва. Особливості упровадження поточкового методу у гірничому виробництві. Необхідність переходу до циклічно-поточкових та поточкових схем видобутку руди.

Особливості технологічних процесів проходки горизонтальних підземних виробок. Техніка для механізації процесу буропідривної проходки виробок. Основні ознаки та сфери можливого використання сучасних конструкцій самохідної прохідницької техніки. Основні принципи комплектування комплексів прохідницького обладнання. Вимоги до самохідної техніки та комплексів механізованого обладнання на її основі. Приклади сучасної прохідницької техніки.

Особливості технологічних процесів проходки висхідних підземних гірничих виробок. Порівняльний аналіз буропідривного та бурового способів проходки. Переваги та основні схеми бурового способу проходки. Сучасне обладнання для буріння висхідних підземних виробок на повний перетин. Проходка стволів шахт: основні технологічні схеми, техніка, що використовується для цього, переваги комбайнового бурового способу проходки стволів.

Системи дільничного та магістрального транспорту руди під час підземного очисного виймання гірничої маси. Порівняльний аналіз та техніко-економічна оцінка існуючих технологічних схем дільничного транспорту руди. Необхідність переходу до потокових схем транспорту руди з використанням безупинних засобів вібраційного випуску та конвеєрної доставки гірничої маси у межах очисного блоку. Вимоги, що ставлять до такої техніки. Вібраційні живильники: основні типи, конструктивні варіанти, режими роботи, типи віброприводів, раціональні галузі використання. Шляхи регулювання режимних параметрів вібротехніки. Техніки для безупинної доставки гірничої маси у межах очисного блоку. Комплекси обладнання для випуску і доставки руди. Шляхи удосконалення магістральної системи підземного транспорту руди.

Вимоги до машин і комплексів допоміжного призначення. Сучасні комплекси допоміжного обладнання для механізації процесів зарядки шпурів і свердловин, кріплення та обирання покрівлі виробок, навантажувально-розвантажувальних, монтажних та ремонтних робіт на базі самохідних шасі. Комплекси механізованого обладнання для механізації шляхових робіт у шахтах.

Особливості комплексної механізації та організації робіт у кар'єрах. Вимоги до потокових та циклічно-потокових технологій виробництва у таких умовах. Комплекси механізованого обладнання, що можуть використовуватися при цьому. Умови забезпечення принципів потокової технології праці у кар'єрах. Основні результати її застосування.

4 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ РІЗНИХ РІВНІВ СКЛАДНОСТІ

Для отримання тієї чи іншої оцінки при рішенні тестових завдань вступник повинен набрати певну кількість балів. Вага правильної відповіді на запитання залежить від рівня складності запитання.

Правильна відповідь на питання I рівня складності оцінюється у 0,8 бала.

Правильна відповідь на питання II рівня складності оцінюється у 1,0 бала.

Правильна відповідь на питання III рівня складності оцінюється у 1,2 бала.

5 ТАБЛИЦЯ ПЕРЕВЕДЕННЯ ТЕСТОВИХ БАЛІВ ФАХОВОГО ІСПИТУ

Нижче приводиться таблиця для переведення тестових балів фахового іспиту до шкали 100-200.

Таблиця переведення тестових балів фахового іспиту до шкали 100-200

Тестовий бал	Бал за шкалою 100-200
7	100
8	105
9	110
10	115
11	120
12	125
13	131
14	134
15	136
16	138
17	140
18	142
19	143
20	144
21	145
22	146
23	148
24	149
25	150

Тестовий бал	Бал за шкалою 100-200
26	152
27	154
28	156
29	157
30	159
31	160
32	162
33	163
34	165
35	167
36	170
37	172
38	175
39	177
40	180
41	183
42	186
43	191
44	195
45	200

6 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

6.1 «Дослідження життєвого циклу гірничих машин»

1. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Кривий Ріг: Видавництво «Мінерал», 2006. - 462 с.
2. Деталі машин. Розрахунок та конструювання : підручник / Г. В. Архангельський, М. С. Воробйов, В. С. Гапонов, О. І. Дубинець, О. І. Пилипенко, А. В. Гайдамака, С. Л. Панов, А. С. Столбовий. – Київ: Талком, 2014. – 684 с.
3. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: підручник / В. Т. Павлице. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.

4. Гайдамака А. В. Деталі машин: Текст лекцій для студентів машинобудівних спеціальностей / А. В. Гайдамака. – Харків: НТУ «ХП», 2002. – 128 с.
5. Курмаз Л. В. Основи конструювання деталей машин : навч. посібник / Л. В. Курмаз. – Харків: Видавництво «Підручник НТУ ХП», 2010. – 532 с.

6.2 «Динаміка гірничих машин»

1. Громадский А.С. Снижение динамических нагрузок карьерных экскаваторов / Монография. - Кривой Рог: Издательский центр КТУ. - 2008. – 280 с.
2. Громадский А.С. Снижение динамических нагрузок станков шарошечного бурения / Монография – Saarbrücken. Deutschland / Германия. – 2014. – 236 с.
3. Динаміка машин / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. – К.: ЦП „КОМПРИНТ”, 2013. – 227 с.
4. Теорія технічних систем / В.С. Ловейкін, І.І. Назаренко, О.Г. Онищенко. – К. - Полтава: ІЗМН-ПДТУ, 1998. –175 с.
5. Громадский А.С. Конспект лекций по дисциплине «динамика горных машин» (электронная версия). Кривой Рог: КТУ. - Кафедра горных машин и оборудования, 2009. – 6,7 Мб.

6.3 «Моделювання і оптимізація процесів у галузевому машинобудуванні»

1. Антонюк А. О. Моделювання систем: навчальний посібник / А. О. Антонюк. – Ірпінь: Університет ДФС України, 2019. – 412 с.
2. Башняков О.М., Гаращенко Ф.Г., Пічкур В.В. Практична стійкість та структурна оптимізація динамічних систем. Монографія. – Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2000. – 197 с.
3. Бахрушин В.Є. Математичні основи моделювання систем: Навчальний посібник для студентів. - Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2009. - 224 с.
4. Бейко І.В., Зінько П.М., Наконечний О.Г. Задачі, методи і алгоритми оптимізації. Навчальний посібник. - Рівне: НУВГП, 2011. – 624 с.
5. Жалдак М. І., Триус. Ю. В. Основи теорії і методів оптимізації: Навч. посіб. для студ. мат. спец. вищ. навч. закл. - Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 607 с.
6. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посібник / П.М. Павленко, С.Ф. Філоненко, О.М. Чередніков, В.В. Трейтяк. - К.:НАУ, 2017. - 392 с.
7. Нефьодов Ю.М., Балицька Т.Ю. Методи оптимізації в прикладах і задачах: навч. посіб. - Луганськ: Ноулідж, 2009. – 324 с.
8. Хруцький А.О. Основи розробки проектних підсистем на базі САПР SolidWorksAPI: навч. посіб. для студ. вищих навч. закладів. - Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ«КНУ», 2016. – 303 с.
9. Aardal K., Nemhauser G.L., Weismantel R. (eds.) Discrete Optimization Amsterdam: North Holland, 2006. – 606 p.
10. Abraham A. Evolutionary Multiobjective Optimization: Theoretical

Advances and Applications Springer; 22, 2005. - 320 p.

6.4 «Надійність гірничих, транспортних та збагачувальних машин»

1. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення.
2. ДСТУ 2861-94 Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення.
3. ДСТУ 2862-94 Надійність техніки. Методи розрахунків показників надійності. Загальні вимоги.
4. Грабар І.Г. Основи надійності машин: Навчальний посібник / І.Г. Грабар. – Житомир: ЖІТІ, 1998. – 298 с.
5. Канарчук В.С. Надійність машин: Підручник / В.С. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. – Либідь, 2003 – 424 с.
6. Барнік М.А. Технологічні методи забезпечення надійності деталей машин / М.А. Барнік, І.С. Афтаназів, Ш.О. Сівак. – К.: 2004 – 148 с.
7. Василевський О. М. Нормування показників надійності технічних засобів: навчальний посібник / О. М. Василевський, В. О. Поджаренко. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 129 с.
8. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / Ю.С. Рудь. – Кривий Ріг: Мінерал, 2005. – 462 с.
9. Birolini A. Reliability Engineering: Theory and Practice. / 8th Edition. – Springer-Verlag GmbH, Deutschland, 2017. – 666 p. – ISBN 3662542080.
10. Громадський А.С. Конструкції, експлуатація та обслуговування сучасної гірничорудної прохідницької техніки / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.С. Ліфенцов. – Кривий Ріг: Видавн. центр КНУ, 2011. – 142 с.
11. Громадський А.С. Проектування гірничих машин і комплексів для видобутку та переробки руд: навч. посіб. для студ. вищих і серед. спец. навч. закладів / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, О.С. Ліфенцов. - Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ, 2017. – 526 с.
12. Проектування, формування та використання комплексів гірничорудного механізованого обладнання. Навчальний посібник. (співавтори – Громадський А.С., Ліфенцов А.С.). - Кривий Ріг: Видавн. центр ДВНЗ «КТУ», 2017. – 229 с.
13. Гірничі машини та обладнання для добування руд. Навчальний посібник. Видання 2-е, перероблене та доповнене (під заг. ред. Громадського А.С.) (співавтори – Гопкало Б.М., Громадський А.С., Ліфенцов О.С., Плішко М.С., Семенов В.А., Хруцький А.О., Чумак Ю.І., Шиповський І.А.). – Кривий Ріг: Видавн. центр ДВНЗ «КТУ», 2017. – 410 с.

6.5 «Основи наукових досліджень»

1. Методологія та організація наукових досліджень: навчальний посібник / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін. – 2-е вид., змін. та доп. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 317 с.
2. Основи наукових досліджень: навчальний посібник / Марцин В.С., Міценко Н.Г., Даниленко О.А. та ін. / Львів: Ромус-Поліграф, 2002. - 128 с.

3. Чмиленко, Ф.О. Посібник до вивчення дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень» / Ф.О. Чмиленко, Л.П. Жук. – Донецьк.: РВВДНУ, 2014. – 48 с.
4. Білуха М. Т. Методологія наукових досліджень : підручник / М. Т. Білуха – Київ: АБУ, 2002. – 480 с.
5. Наринян А. Р. Основы научных исследований. Учеб. пособие для вузов / А. Р. Наринян. – Киев: Вища школа, 2002. – 112 с.
6. Фрумкин Р. А. Основы научных исследований : Учеб. пособие для вузов. / Р. А. Фрумкин. – Алчевск: АБУ 2001. – 201 с.
7. Сиденко В. М. Основы научных исследований / В. М. Сиденко. – Харків: Вища школа, 2002. – 200 с.

6.6 «Нові технічні рішення гірничих машин»

1. Конспект лекцій з курсу “Історія інженерної діяльності” / Укладачі: Ю.Я. Ткачук, С.В.Сапожніков. – Суми: Вид-во СумДУ, 2004. – 57 с.
2. Альтшуллер Г. Знайти ідею. Введення у ТРВЗ - теорію рішення винахідницьких задач. - Альпіна Паблішер, 2016. - 402 с.
3. Теорія розв'язання винахідницьких завдань.
URL: <https://vseosvita.ua/library/teoria-rozvazanna-vinahidnickih-zavdan-367630.html>
4. Макрідіна Л.О. Технологія творчості ТРВЗ / Управління школою. 2003. - № 32 (44) - С. 12-26.
5. Злотин Б. Л., Зусман А. В. Использование аппарата ТРИЗ для решения исследовательских задач. — Кишинев: Картя молдовеняскэ, 1985. - 211 с.
6. Технологія розвитку творчої особистості Г.Альтшуллера (теорія розв'язання винахідницьких завдань - ТРВЗ).
URL: http://labdo.luguniv.edu.ua/04_tehnologyi/15_technology_Altshuler/index.htm
7. Основы технічної творчості. Електронний підручник.
<http://rodak.if.ua/ott/teoria/4-metodi.htm>

6.7 «Проектування збагачувальних машин»

1. Громадський А.С. Машини підготовчих процесів переробки руд: Навч. посіб. з грифом МОН-МСУ / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов. Кривий Ріг: Видавн. центр КНУ, 2012. – 209 с.
2. Громадський А.С. Машини основних процесів переробки руд: Навч. посіб. з грифом МОН-МСУ / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов. Кривий Ріг: Видавн. центр КНУ, 2011. – 282 с.
3. Громадський А.С. Машини допоміжних процесів переробки руд: Навч. посіб. з грифом МОН-МСУ / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов. Кривий Ріг: Видавн. центр КНУ, 2011. – 264 с.
4. Громадський А.С. Проектування гірничих машин і комплексів для видобутку та переробки руд: навч. посіб. для студ. вищих і серед. спец. навч. закла-

- дів / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, О.С. Ліфенцов. - Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ, 2017. – 526 с.
5. Смирнов В.О. Проектування збагачувальних фабрик: Навчальний посібник / В.О. Смирнов, В.С. Білецький. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2002. – 269 с.
6. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / Ю.С. Рудь. - Кривий Ріг: Мінерал, 2005. – 462 с.
7. Булгаков В.М. Проектування машин вібраційної дії: Підручник / В.М. Булгаков, О.М. Черниш. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 704 с.
8. Смірнов С.А. Деталі машин. Курс лекцій / С.А. Смірнов. – К., 2009.

6.8 «Засоби механізації потокових технологій видобутку руди»

1. Хоменко О.Є. Технологія підземної розробки рудних родовищ: підручник / О.Є. Хоменко, М.М. Кононенко, М.В. Савченко. – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. – 450 с.
2. Шатоха В.І. Сталій розвиток чорної металургії: Монографія / В.І. Шатоха. – Дніпропетровськ: «Дріант», 2015. – 184 с.
3. Громадський А.С. Конструкції, експлуатація та обслуговування сучасної гірничорудної прохідницької техніки / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.С. Ліфенцов. – Кривий Ріг: Видавн. центр КНУ, 2011. – 142 с.
4. Гірничі машини та обладнання для добування руд: навч. посіб. для студ. вищих і серед. спец. навч. закладів. Видання 2-е, перероблене та доповнене / Під заг. ред. Громадського А.С. // Б.М. Гопкало, Ю.Г. Горбачов, А.С. Громадський, О.С. Ліфенцов, М.С. Плішко, В.А. Семенов, А.С. Хруцький, Ю.І. Чумак, І.А. Шиповський. – Кривий Ріг: Видавн. центр КНУ, 2017. – 410 с.
5. Громадський А.С. Проектування, формування та використання комплексів гірничорудного механізованого обладнання: навч. посіб. для студ. вищих і серед. спец. навч. закладів / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов. – Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ, 2017. – 229 с.
6. Громадський А.С. Проектування гірничих машин і комплексів для видобутку та переробки руд: навч. посіб. для студ. вищих і серед. спец. навч. закладів / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, О.С. Ліфенцов. - Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ, 2017. – 526 с.
7. Слободянюк В.К. Визначення оптимальних параметрів циклічно-потокової технології в глибоких кар'єрах / В.К. Слободянюк, І.І. Максимов // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, том 32, № 2, частина 2. – К.: Видавничий дім «Гельветика», 2021. – С. 88-98.