

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНСТИТУТ ПРОМИСЛОВОГО РОЗВИТКУ НГУ



Інститут
економіки
промисловості
НАН України

І. А. Белкіна, Р. М. Лепа, Є. В. Кочура

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ
РЕЖИМІВ РУДОПОДАЧІ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ
ВИКОРИСТАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ
ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

Монографія

Дніпропетровськ
НГУ
2013

УДК 330.341.1:658.51
ББК 65.304.12
Б 43

Рекомендовано до друку
вченою радою Державного вищого навчального закладу
«Національний гірничий університет»
(протокол № 2 від 19.02.2013)

Рецензенти:

О. К. Єлісеєва, д-р екон. наук, проф., завідувач кафедри статистики, обліку та економічної інформації Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара;

К. Ф. Ковальчук, д-р екон. наук, проф., декан факультету економіки і менеджменту, зав. каф. фінансів Національної металургійної академії України.

Белкіна І.А.

Б 43 Економіко-математичне моделювання впливу режимів рудоподачі на ефективність використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства: монографія / І. А. Белкіна, Р. М. Лепа, Є. В. Кочура. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 123 с.

ISBN 978-966-350-392-9

Розглянуто теоретичні й практичні аспекти економіко-математичного моделювання та аналізу впливу динамічних параметрів рудопостачання на економічні показники збагачення руд залізних металів, а також на ефективність використання економічного і виробничого потенціалів гірничо-збагачувального підприємства. За результатами аналізу отриманих методом економіко-математичного моделювання залежностей надано практичні рекомендації щодо організації роботи гірничо-транспортного комплексу з позиції забезпечення ефективності використання економічного потенціалу всього комбінату.

Призначено для фахівців з економіки та менеджменту гірничо-рудної промисловості, наукових співробітників, викладачів та аспірантів, які проводять дослідження в напрямку поліпшення економічних показників діяльності збагачувальних підприємств.

УДК 330.341.1:658.51
ББК 65.304.12

© І. А. Белкіна, Р. М. Лепа,
Є. В. Кочура, 2013

© Державний ВНЗ «Національний
гірничий університет», 2013

ISBN 978-966-350-392-9

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5	
РОЗДІЛ 1	Аналіз процесів формування економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства і роль якості залізорудної сировини в цьому процесі.....	7
1.1	Визначення економічного і виробничого потенціалів гірничо-збагачувального підприємства. Аналіз процесів їх формування	7
1.2	Аналіз співвідношення економічного і виробничого потенціалів гірничо-збагачувального комбінату через економічні результати діяльності підприємства	18
1.3	Аналіз наукових підходів до підвищення економічної ефективності використання виробничого потенціалу гірничо-збагачувального підприємства	30
1.4	Визначення основних напрямків підвищення ефективності використання виробничого і економічного потенціалів гірничо-збагачувальних підприємств.....	36
РОЗДІЛ 2	Моделювання впливу динаміки рудопостачання на економічні показники виробництва залізорудного концентрату	39
2.1	Обґрунтування і вибір змінних моделі впливу динаміки рудоподачі на економічні показники використання потенціалу.....	39
2.2	Розробка і аналіз економіко-математичної моделі впливу динамічних параметрів процесу подачі руди на економічні показники діяльності підприємства.....	45
2.2.1	Економіко-математичне моделювання впливу динамічних параметрів процесу подачі руди на ступінь і ефективність використання виробничого потенціалу гірничо-збагачувального підприємства	45
2.2.2	Економіко-математичне моделювання впливу динамічних параметрів процесу подачі руди на ступінь і ефективність використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства	55
2.2.3	Експериментальна перевірка економіко-математичної моделі впливу динамічних параметрів процесу рудоподачі на потенціал підприємства.....	69
2.3	Визначення природи динамічних параметрів процесу рудоподачі.....	73

2.4	Встановлення впливу характеристик обладнання гірничо-транспортного комплексу на економічні показники діяльності підприємства.....	81
РОЗДІЛ 3	Розробка методичних рекомендацій по підвищенню ефективності використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального комплексу	88
3.1	Розробка методичних рекомендацій по підвищенню рівномірності подачі руди впродовж зміни.....	88
3.1.1	Визначення факторів і причин внутрішньо-змінної нерівномірності подачі руди на дроблення.....	88
3.1.2	Розробка системи контролю дотримання трудової дисципліни робітниками гірничо-транспортного комплексу.....	93
3.1.3	Підвищення рівномірності поставок руди за рахунок корегування графіку змінності.....	97
3.2	Розробка вимог до модуля системи підтримки прийняття рішень під час планування оновлення парку локомотивів гірничо-транспортного комплексу	101
	ВИСНОВКИ.....	109
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	111

ВСТУП

У зв'язку зі світовою фінансовою кризою, що серед іншого призвела до падіння цін і загострення конкуренції на світових сировинних ринках, задача пошуку шляхів підвищення ефективності використання економічного потенціалу підприємств стає актуальною науко-практичною задачею. Особливого значення ця проблема набуває для гірничо-збагачувальних комбінатів, виробнича діяльність яких, у відповідності до своєї специфіки, з одного боку – негативно впливає на природно-ресурсний потенціал територій, поступово вичерпуючи національні запаси корисних копалин, а з іншого – в значній мірі впливає на ефективність діяльності металургійних підприємств – і в подальшому – машинобудівних, транспортних і т.д.

Теоретичні і практичні проблеми розуміння сутності і оцінки розміру потенціалу підприємства віднайшли своє відображення в дослідженнях таких вчених, як Амоша О.І., Авдеєнко В. Н., Балацький О. Ф., Бачевський Б. Є., Жулавський А. Ю., Лапін Е. В., Леонов С. В., Рябікіна Н. І., Скоробагатова Л. В., Соколов А. В. та інші. Питаннями підвищення економічної ефективності функціонування гірничо-збагачувальних підприємств, їх служб і підрозділів займались Варава Л. Н., Іщенко М. І., Клименко О. О., Ковалевич Н. Л., Колосков Г. В., Коновалов Л. А., Кривошеєва А. О., Кругла Н. М., Курашов С. В., Мацеев В. Г., Моссаковский Я. В., Осмоловський В. В., Прокопенко В. І., Федосєєв В. А. та інші.

Але окремі аспекти і фактори підвищення ефективності використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства досі не знайшли достатнього висвітлення. Зокрема, недостатньо розкрита роль гірничо-транспортного комплексу і організації роботи його елементів у формуванні економічних результатів діяльності всього підприємства. Актуальність і важливість розкриття впливу режиму роботи транспортного підрозділу на ефективність використання економічного потенціалу підприємства також зумовлена очевидним впливом ритмічності і рівномірності його функціонування на безперервність і стабільність виробничого процесу подальших технологічних ланок. Все вищевикладене обумовило вибір теми і напрямку даного дослідження.

Метою даної роботи є підвищення ефективності використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства шляхом застосування методичних та практичних рекомендацій, розроблених на основі встановлення залежностей між ефективністю використання потенціалу і динамічними характеристиками рудопостачання. Для досягнення цієї мети будуть вирішені задачі дослідження сутності і складу економічного потенціалу гірничо-збагачувального комбінату, місця в ньому виробничого потенціалу підприємства, визначення напрямку підвищення ефективності використання обох видів потенціалу; встановлення існування і характеру впливу параметрів

рудопостачання на техніко-економічні показники збагачення; розробка економіко-математичної моделі впливу режимів поставок руди на ступінь використання економічного і виробничого потенціалів, аналіз результатів моделювання і надання на їх основі практичних і методичних рекомендації з організації рудоподачі для підвищення ефективності використання економічного і виробничого потенціалів; встановлення зв'язку між режимами та обсягами поставок руди впродовж зміни; розробка модулю системи підтримки прийняття рішень при оновленні парку рухомого складу гірничо-транспортного комплексу.

Робота виконана аспірантом ДВНЗ НГУ Белкіною І.А. в інституті промислового розвитку Національного гірничого університету, в рамках співробітництва ДВНЗ НГУ і Інституту економіки промисловості НАН України, під науковим керівництвом зав. каф. економічної кібернетики і інформаційних технологій ДВНЗ НГУ, д.т.н., проф. Кочури Євгена Віталійовича, при наукових консультаціях завідуючого відділом проектування систем підготовки і прийняття управлінських рішень науково-дослідницького центру інформаційних технологій Інституту економіки промисловості НАН України, д.е.н., проф. Лепи Романа Миколайовича. Вступ і висновки монографії написані в співавторстві І. А. Белкіною, Р. М. Лепою і Є. В. Кочурою, а розділи I, II, III – особисто І. А. Белкіною. Всі наукові положення і результати отримані в монографії одержані особисто І. А. Белкіною.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА І РОЛЬ ЯКОСТІ ЗАЛІЗОРУДНОЇ СИРОВИНИ В ЦЬОМУ ПРОЦЕСІ

1.1 Визначення економічного і виробничого потенціалів гірничо-збагачувального підприємства. Аналіз процесів їх формування

У роботах, присвячених дослідженню теорії економічних потенціалів, часто зустрічається широкий спектр видових визначень потенціалів: трудовий, інвестиційний, природний, інноваційний, соціальний, економічний, екологічний, кадровий, виробничий, інтелектуальний, фінансовий, підприємницький, ринковий, податковий, ресурсний і т.д. [1-7]. З позицій економіки виробничого підприємства особливої уваги заслуговують поняття економічного та виробничого потенціалів.

Слід одразу зазначити, що єдиного визначення категорій «економічний потенціал» та «виробничий потенціал» досі не сформовано. Наприклад, в дослідженні [8] за результатами аналізу існуючих методів оцінки потенціалу підприємства було виявлено існування витратного, порівняльного і результатного підходів. В роботі [9] на основі аналізу існуючих визначень економічного потенціалу вказується на існування зв'язку сутності потенціалу з ресурсами і можливостями підприємства. При дослідженні видових проявів потенціалу підприємства авторами [10] констатується існування "ресурсної" та "результатної" концепцій у вивченні потенціалу підприємства. А в процесі аналізу існуючих визначень категорії «економічний потенціал», в роботах [4, 11] виявлено чотири і п'ять підходів відповідно.

Виходячи з міркувань про місце і важливість видобувної промисловості в національній економіці, для даного дослідження, доцільно обрати результатну концепцію розуміння економічного і виробничого потенціалів гірничо-збагачувального підприємства. Слід відзначити, що з часом з'являється все більше визначень, що розглядають економічний потенціал як можливість отримання деякого результату за рахунок наявних ресурсів. Деякі з таких визначень представлені в таблиці 1.1.

З позицій чисто результатного підходу до розуміння економічного потенціалу, найвдаліший варіант визначення надано Бачевським Б.Є. і його колегами, адже саме воно містить показник прибутку – мету і основний результат підприємницької діяльності. Також не менш важливим є акцент на стабільності прибутку, або на довгостроковому функціонуванні, як у визначенні № 3. Автори [15] надали цікаве, але, на наш погляд, занадто загальне визначення економічного потенціалу, адже ефективно використання

потенціалу може бути досягнуто у різних сферах діяльності підприємства: соціальній, екологічній, виробничих і т. д. Тобто дане визначення потенціалу явно потребує уточнення в плані ефективного економічного використання ресурсів, основним, абсолютним і найбільш узагальнюючим показником якого є прибуток.

Таблиця 1.1 Існуючі визначення категорії “економічний потенціал підприємства” за їх авторами

№	Автори	Визначення
1	Балацкий О. Ф.[12]	Економічний потенціал – сукупна здатність наявних економічних ресурсів забезпечити виробництво максимально можливого обсягу корисностей, що відповідають потребам суспільства.
2	Рябикіна Н. І.[13]	Економічний потенціал – сукупність можливостей, наявних ресурсів, сил, виробничих запасів та засобів, які можуть бути використані для досягнення цілей задоволення попиту суспільства в товарах та послугах за умов повністю сприятливої ринкової ситуації та оптимального використання ресурсів.
3	Цибульська Е. І. [14]	Економічний потенціал підприємства – здатність підприємства забезпечувати своє довгострокове функціонування та досягнення стратегічних цілей на основі використання системи наявних ресурсів.
4	Котирева С.О., Дуда С.Т. [15]	Економічний потенціал - сукупність всіх ресурсів підприємства і спроможність персоналу до їхнього ефективного використання.
5	Бачевський Б.Є.[10]	Економічний потенціал підприємства — це властивість носія забезпечити отримання максимального рівня стабільного прибутку за певний період (рік, середній за галуззю строк окупності, середній строк корисного використання, т.д.) або одержання максимальної ціни продажу.
6	Воронкова А. Е., Пономарьов В. П., Дібніс Г. І. [16]	Економічний потенціал - сукупна здатність виробляти продукцію різного призначення, надавати послуги населенню.

Спільним у визначеннях № 1, 2 і 6 таблиці 1 є явна орієнтація на суспільну користь, задоволення попиту. Для гірничо-збагачувальних підприємств дохід від реалізації залізорудного концентрату в певній мірі відповідає рівню використання економічного потенціалу за підходами Балацкого О.Ф., Рябікіної Н.І. і Воронкової А. Е. (див. табл.1.1), адже на дохід впливає якість концентрату, що пропорційна металургійній цінності концентрату і повинна відповідати потребам і технічним вимогам металургійного виробництва. З іншого боку, в доході підприємства невраховані витрати ресурсів, сукупні виробничі здатності яких (у відповідності до визначень № 1, 2 і 6 таблиці 1.1), по суті, і становлять економічний потенціал підприємства. Сукупні витрати ресурсів на виробництво залізорудної продукції у відповідності до вимог щодо її якості і кількості відповідають розміру собівартості реалізованої продукції. Тобто цей показник, відображаючи витрати наявних економічних ресурсів на виробництво продукції також характеризує рівень використання економічного потенціалу за визначеннями № 1, 2 і 6 таблиці 1.1. В такому випадку, ані дохід, ані собівартість не спроможні відобразити ступінь використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства в повній мірі. Зрозуміло, що прибуток від реалізації формується за рахунок обох цих показників. Взагалі, акцент на потребах суспільства вказує швидше на орієнтацію даного визначення на економічний потенціал галузі або національної економіки, а не на потенціал підприємства. З іншого боку, вираз «властивість забезпечити отримання стабільного прибутку» у визначенні Бачевського вказує на сприйняття носія (підприємства) як цілісної системи, потенціал якої розкривається у взаємодії її елементів, на відміну від підходів, коли вартісна оцінка потенціалу підприємства зводиться до суми вартостей потенціалів підсистем, як в роботах [16-18]. Тож під економічним потенціалом гірничо-збагачувального підприємства розумітимемо сукупну здатність наявних економічних ресурсів забезпечити отримання максимального рівня стабільного прибутку за певний період. За таким підходом виділяється економічний потенціал підприємства в експлуатації, та економічний потенціал підприємства в ціні його продажу. В даній роботі мова йтиме саме про економічний потенціал підприємства в експлуатації. На нашу думку, саме таке визначення економічного потенціалу є найбільш прийнятним, адже в ньому врахована вартісна сторона потенціалу, у вигляді прибутку – конкретного грошового показника, що являє собою мету підприємницької діяльності, на відміну від визначень з акцентом на задоволення суспільних потреб.

Під виробничим потенціалом підприємства в дослідженні Бачевського О. Ф. [10] і його колег мається на увазі властивість носія забезпечити виготовлення продукції певної номенклатури, що відповідає вимогам ринку за вихідними характеристиками, якістю, асортиментом, по максимуму, з орієнтацією не на попит, а на загальну місткість ринку цієї або альтернативної (що її виробництво забезпечено функціональним потенціалом відповідної системи) продукції. Визначення виробничого потенціалу підприємства, надане

в роботі [10], викликає сумніви, що пов'язані із частиною визначення, в якій згадується «місткість ринку» – обсяги продажу товарів на конкретному ринку (продажу конкретній групі споживачів даного регіону в заданий проміжок часу в тому самому бізнес-середовищі в рамках конкретної маркетингової програми) [19]. Зазначимо, що таке визначення має явно «маркетингове» забарвлення і більше відповідає поняттю економічного потенціалу підприємства.

Існує підхід, за яким під виробничим потенціалом розуміється технічно, організаційно, економічно й соціально обґрунтована норма ефективного робочого часу основного виробничого персоналу підприємства за певний період календарного часу [20]. Такий підхід не враховує ступінь автоматизації і механізації виробничого процесу, тобто два підприємства можуть мати однаковий виробничий потенціал лише через рівність їх норм ефективного робочого часу. Проте Должанський І.З. і його колеги в роботі [20] відійшли від розуміння потенціалу з позицій максимальних величин показників виробничих характеристик об'єктів, вважаючи його недостатньо актуальним з практичної точки зору.

Досить витончене визначення виробничого потенціалу надає Воронкова А. Е. [16]. Вона розуміє виробничий потенціал як сукупність вартісних і натурально-речовинних характеристик виробничої бази, що виражається в потенційних можливостях провадити продукцію певного складу, технічного рівня і якості в необхідному обсязі.

На нашу думку, найвдаліше визначення виробничого потенціалу надано в роботі [11]: виробничий потенціал підприємства відображає реальну, фактичну здатність до створення максимального обсягу матеріальних благ з урахуванням конкретних ресурсних обмежень, збалансованості трудових і матеріальних ресурсів. Аналогічна характеристика виробничого потенціалу надана в роботі [21], з відмінністю в тому, що обсяг випуску визначається при повному використанні ресурсів факторів виробництва, а не їх обмеженнях. Єдиним недоліком даного визначення порівняно з визначенням, наданим Бачевським О. Ф. та його колегами, є врахування лише обсягів продукції, та ігнорування її якості. Але в контексті виробничого потенціалу гірничо-збагачувального підприємства некоректно розглядати обсяги продукції окремо від її якості, адже збільшення обсягів випуску залізорудної сировини може бути досягнуте, насамперед, за рахунок зниження вмісту основного компоненту в ній. Взагалі, як буде показано нижче, якості залізорудної сировини належить особливе місце в процесі формування економічних показників і результатів діяльності підприємства, а, отже, і в процесі формування економічного потенціалу підприємства.

На практиці виробнича програма гірничо-збагачувального підприємства формується з урахуванням обмежень збоку державних органів, обсягів замовлень, ситуації на ринку та іншого. На основі виробничої програми менеджери визначають потребу підприємства в предметах праці. Тобто спочатку визначається необхідний рівень використання потенціалу, а вже потім

– необхідні обсяги сировини та матеріалів, що одночасно діють як обмеження на виробничий потенціал. Постає необхідність винесення предметів праці і їх обмежуючої функції поза поняття виробничого потенціалу. Не відносять предмети праці до виробничого потенціалу й автори дослідження [22], пояснюючи це тим, що можливість предметів праці ставати матеріальною основою продукції не залежить від часу або характеристик виробничої системи. Перетворення предметів праці на продукцію стає можливий тільки завдяки виробничій системі, від якої залежать масштаби перетворення сировини на готовий продукт. Для випадку гірничо-збагачувальних підприємств такий масштаб перетворення визначається кількісно і становить вихід концентрату з руди.

Тому під виробничим потенціалом гірничо-збагачувального підприємства розумітимемо фактичну властивість комбінату до видобутку і виготовлення максимально можливого обсягу залізорудної сировини заявленої якості. Оскільки основною виробничою задачею таких підприємств є видобуток і переробка мінеральної сировини, а завдання всіх виробничих підсистем можна звести до забезпечення і обслуговування такого виробництва, випуск альтернативної продукції до сформованого визначення не входить. Фактично підприємство не обов'язково випускає максимальний обсяг продукції, в такому разі можна говорити про ступінь або рівень використання виробничого потенціалу підприємства. Окрім того, гірничо-збагачувальний комбінат може випускати продукцію різної якості, наприклад ПАТ «ІнГЗК» реалізує залізорудний концентрат з вмістом заліза від 63,7% до 67,0%. Зрозуміло, що концентрату із меншим вмістом заліза можна виготовити більше, ніж концентрату вищої якості, тому розраховуючи виробничий потенціал підприємства необхідно визначати якість продукту.

З наданих вище визначень стає очевидним, що економічний потенціал гірничо-збагачувального підприємства – категорія більш ємна, ніж його виробничий потенціал, і включає в себе останній. З іншого боку, очевидно, що не для кожного підприємства збільшення обсягу випуску призводить до зростання прибутків.

Процеси формування того чи іншого видового потенціалу підприємства непогано описані в науковій літературі відповідного напрямку. Модель формування потенціалу підприємства представлено в роботі [23]. Автори цього дослідження приділяють особливу увагу дії закону синергії при взаємодії потенціалів елементів системи. Хоча в дослідженні [23], на відміну від багатьох інших робіт, вказується не лише обмежуючий, але і стимулюючий вплив зовнішніх факторів, як бачимо з рис.1.1, в моделі формування потенціалу ці фактори не враховані.

Елементами виробничого потенціалу підприємства автори [24] вважають всі ресурси, що будь-яким чином беруть участь у функціонуванні і розвитку підприємства: основні виробничі фонди, промислово-виробничий персонал, технологія, енергія та інформація (рис.1.2).

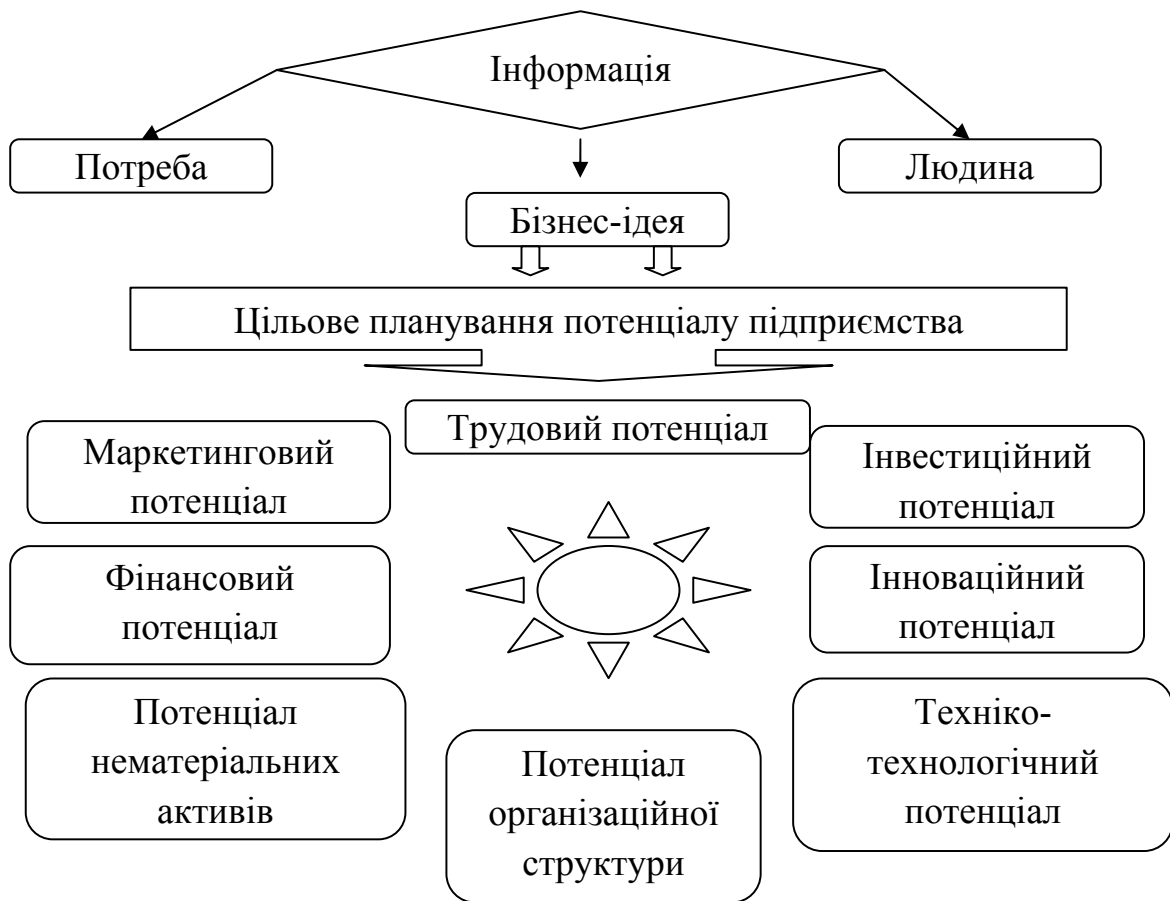


Рисунок 1.1 - Загальнотеоретична модель формування потенціалу підприємства згідно [23]

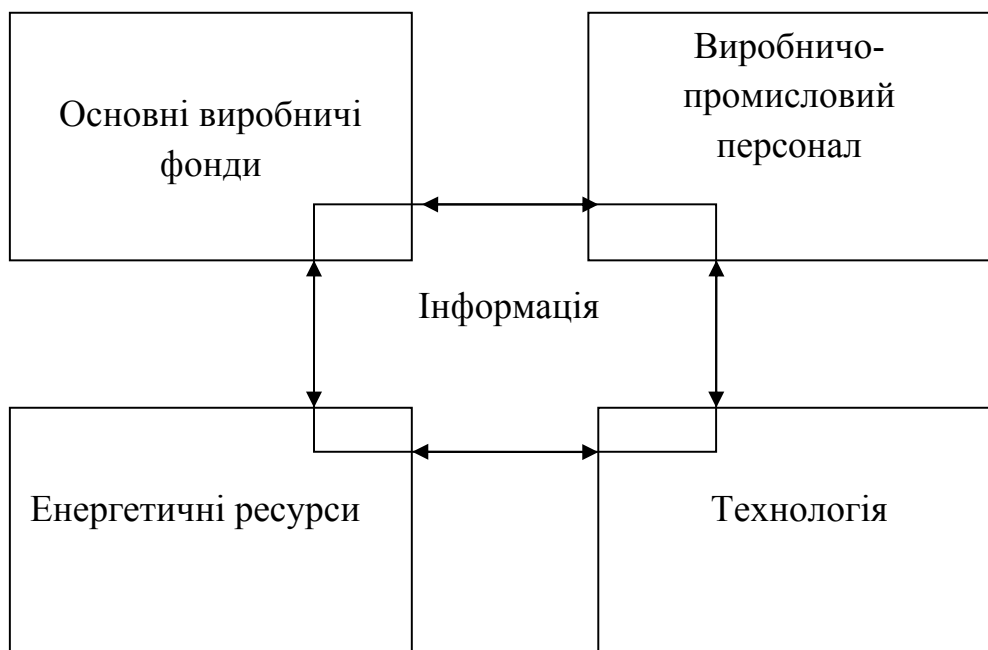


Рисунок 1.2 - Структура виробничого потенціалу промислового підприємства (згідно [22])

Як видно з рис.1.2, автори дослідження [22] надають інформації особливу роль у структурі виробничого потенціалу підприємства – вона пов’язує і об’єднує всі інші його елементи. Авдєєнко В. Н. та Котлов В. А., як і більшість дослідників радянських часів, дотримуються «ресурсної» концепції виробничого потенціалу. Оскільки в рамках даної роботи ми притримуємось «результатної» концепції розуміння виробничого і економічного потенціалів, від підходу, що розглядає у якості елементів потенціалу лише ресурси, доведеться відмовитись.

Дослідники [16] серед груп факторів, що впливають на виробничий потенціал називають: наявність та можливості основного і допоміжного обладнання, приладів та обчислювальної техніки, технологічного оснащення, транспорту, наявність і можливості будівель, споруд, енергетичних і транспортних комунікацій та площ; достатність і технологічність сировини та заготовок; наявність і можливості управлінської команди, інженерного персоналу та робітничих кадрів; фінансові ресурси підприємства; рівень та наявність заділу науково-технічних розробок на підприємстві; фактори власності; кон’юнктуру ринку; чинники правового середовища, рівень організації управління на підприємстві. Виробничий потенціал розглядається як функція, що залежить від множини аргументів – факторів, що визначають виробничий потенціал. Як видно з переліку, автори дослідження [16] враховують зовнішні обмеження при формуванні виробничого потенціалу. Навіть з позицій визначення виробничого потенціалу, наданого Воронковою А. Е., залишається неочевидним, як, наприклад, фактори власності або чинники правового середовища можуть вплинути на «потенційні можливості виробляти продукцію». Виробничий потенціал не залежить від дії зовнішніх юридичних, політичних та економічних факторів. Економічний же потенціал як властивість забезпечити отримання максимального рівня стабільного прибутку (див. визначення) зазнає впливу зовнішніх чинників, таких як законодавство або кон’юнктура ринку.

На вплив зовнішніх по відношенню до підприємства чинників на його функціональні елементи вказано також в роботі [10]. Підприємство складається з елементів різного рівня, взаємопов’язаних у процесі здійснення господарської діяльності. У зазначеному дослідженні у якості таких елементів були виділені функціональні елементи, які відповідають за окремі функції носія. Кожен з таких функціональних елементів має свій функціональний потенціал і реалізується не тільки в середині системи, а й у взаємодії з зовнішнім середовищем через ринки. За таким підходом автори дослідження [10] виділяють вісім підсистем: системи виробництва та реалізації продукції (які одна без одної взагалі не мають сенсу), система постачання, система фінансів та кредиту, система забезпечення кадрами, система енергозабезпечення, система розвитку та підтримки усіх інших елементів, система управління усіма іншими елементами та об’єктом у цілому. При цьому система виробництва не має безпосереднього зв’язку з ринком продукції, такий

зв'язок має система реалізації продукції. Обґрунтуванню та аналізу зовнішніх, по відношенню до підприємства, факторів впливу на виробничий потенціал присвячене дослідження [24]. В дослідженні [24] виділяються наступні основні зовнішні фактори регіонального та місцевого рівня впливу на потенціал підприємства:

1. Вплив інфраструктури – транспортний фактор, соціальна інфраструктура, інфраструктура ремонтних робіт, наявність спеціалізованих виробництв.

2. Наявність місцевих ресурсів.

3. Наявність обмежень по використанню ресурсів.

4. Кон'юнктура ринків обладнання, інструменту, сировини і матеріалів, енергоносіїв, праці.

5. Можливість створення на підприємстві складних технічних систем, здатних забезпечити значне підвищення продуктивності праці.

Перші два фактори можна об'єднати в один і сформулювати його як розташування продуктивних сил. Фактори розташування продуктивних сил обіймають три сфери: розміщення населення й трудових ресурсів, розміщення природних ресурсів, розміщення виробництва й невиробничої сфери [25]. Власне, до третьої сфери зараховуються усі об'єкти й галузі народного господарства. Віднесення останнього фактору до зовнішніх в дослідженні [24] пояснюється наявністю компонентів складної технічної системи на ринках і можливістю залучення до роботи відповідних спеціалістів. Але можливість створення складних систем, насамперед, визначається прийнятою на підприємстві технологією, технікою та організацією виробництва, а також інноваційним потенціалом підприємства. Однозначно віднести цей фактор до зовнішніх не можна.

Розглядати гірниче підприємство як систему, що функціонує в процесі взаємодії природної, технологічної і економічної компонент запропоновано в роботі [26]. Цікавий підхід запропоновано також в роботі [27], де автор будує математичну модель виробничого потенціалу, оцінюючи фактори неефективності. Розглянемо, як формуються економічний і виробничий потенціали гірничо-збагачувального підприємства. За результатами аналізу процесу функціонування гірничо-збагачувального підприємства, а також вищезгаданих наукових досліджень можна сказати, що економічний потенціал формується із взаємовпливу і взаємодії різних видів потенціалів підприємства: виробничого, фінансового, податкового, соціального, інноваційного, інвестиційного, маркетингового, соціального і управлінського. Графічно процес формування економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства представлено на рис.1.3.



Рисунок 1.3 - Формування економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства

Економічний потенціал взагалі і кожен вид потенціалу зазнають впливу зовнішніх, по відношенню до підприємства, чинників. На графіку на рисунку 1.3 ці чинники об'єднані за джерелом утворення, але їх також можна згрупувати за характером дії:

1. Юридичні чинники – трудове, митне, податкове, екологічне законодавство, система нормативно-правових актів у сфері використання надр і т.д.
2. Соціально-економічні – ситуація на ринку праці, рівень мінімальної заробітної плати, активність профспілок і т.д.
3. Економічні – попит, пропозиція і ціни на ринку залізородної сировини, розташування виробничих сил, зокрема – водних ресурсів, тарифи на енергію і т.д.

4. Природні – основний природний чинник представляє з себе по суті природно-ресурсний потенціал – це реальні, що мають властивості динаміки, можливості навколишнього природного середовища забезпечувати стійке функціонування суспільного виробництва взагалі і конкретного підприємства, зокрема [28]. Автор дослідження [13] відносить природну складову до економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства. Але гірничо-збагачувальне підприємство хоча і використовує природно-ресурсний потенціал родовища, але не є його носієм. Під поняттям «носій потенціалу» мається на увазі будь-яке природне чи штучне явище, якому притаманна внутрішня властивість проявлятися відносно зовнішнього середовища певним чином (що можна оцінити як потенціал об'єкта), і без якого ця властивість (потенціал) не існує. Напрямку змінити потенціал об'єкту не можна, можливо лише регулювати зовнішні обмеження на рівень його використання або змінити сам носій, його складові елементи та їх співвідношення [10]. Як вказано у визначенні, природно-ресурсному потенціалу властива динаміка, він змінюється, в тому числі і через вплив господарської діяльності гірничо-збагачувального підприємства на родовище і природні ресурси місцевості. Носієм природно-ресурсного потенціалу є навколишнє природне середовище регіону, в якому розташоване підприємство, тож природно-ресурсний потенціал знаходиться поза економічним потенціалом гірничо-збагачувального підприємства. Надра, з яких в процесі експлуатації видобувається залізна руда відповідно до ст. 4. Гл.1 кодексу України про надра [29] є виключною власністю народу України і надаються тільки у користування, що слугує ще одним підтвердженням того, що предмет праці гірничо-збагачувального виробництва не є елементом його потенціалу. В рамках даного дослідження таким предметом виступає залізна руда, котра, з міркувань описаних вище (з посиланням на дослідження [22]), не може бути елементом ні виробничого, ні економічного потенціалу, але її якісні та кількісні показники впливають на формування як економічної так і виробничої складової.

Основу економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства становить його виробничий потенціал, при цьому останній визначається вже структурою, характером і взаємодією внутрішніх підсистем підприємства і в меншій мірі піддається впливу зовнішніх сил, аніж економічний потенціал. З позиції наданого вище визначення, ані обмежуючі, ні стимулюючі заходи держави, ані спади, ні ріст попиту не здатні вплинути на виробничий потенціал гірничо-збагачувального підприємства. Думки, щодо незалежності виробничого потенціалу підприємства від дії зовнішніх факторів дотримуються, як видно з рис.1.2, автори дослідження [22].

Як було продемонстровано вище, виробничий потенціал підприємства не залежить від факторів впливу із боку держави або ринку. Проте, він так само, як економічний потенціал, піддається впливу природних факторів. Аналізуючи природний фактор впливу на виробничий потенціал гірничо-збагачувального підприємства, можна умовно виділити вплив погодно-кліматичних умов і

ресурсного потенціалу родовища корисної копалини. Дія цих факторів може проявляється у створенні ресурсних обмежень, про які йшла мова у визначенні виробничого потенціалу гірничо-збагачувального підприємства. Наприклад, проявом дії природно-кліматичного фактору можуть бути низькі температури, що призводять до змерзання породи або заледеніння залізничних шляхів, внаслідок чого неможливо здійснювати видобуток і поставку руди на дробарно-збагачувальний переділ. Виробничий потенціал підприємства утворюється в процесі взаємодії його елементів, згрупувавши їх за функціональною ознакою, схематично зобразимо процес формування виробничого потенціалу гірничо-збагачувального підприємства (рис. 1.4).

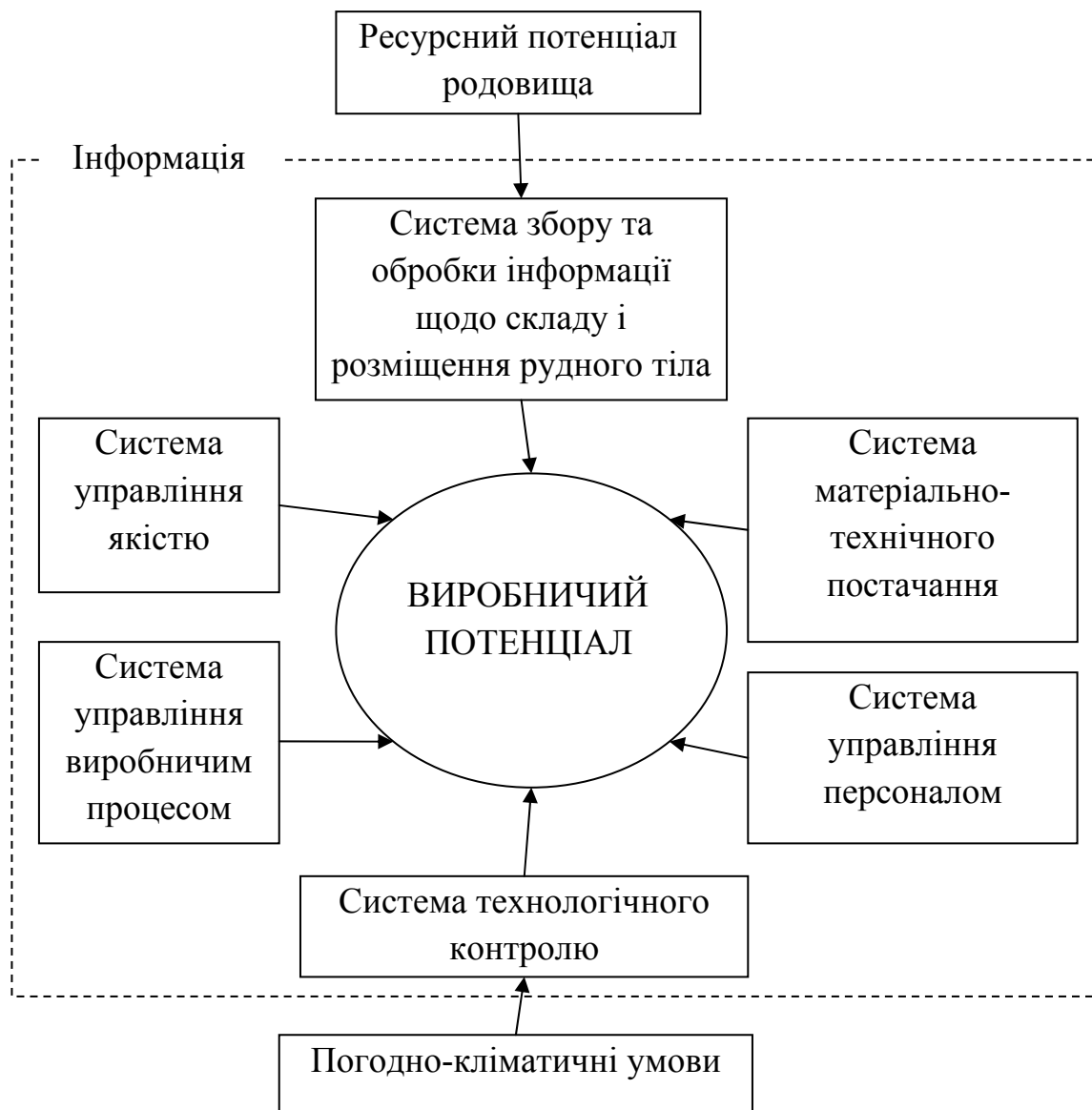


Рисунок 1.4 - Функціональна схема формування виробничого потенціалу гірничо-збагачувального підприємства

Основними елементами системи збору і обробки інформації щодо складу і розміщення рудного тіла є служби головного геолога та головного

маркшейдера гірничо-збагачувального комбінату. Функціями системи матеріально-технічного постачання є визначення потреби в матеріальних ресурсах (сировині, матеріалах, напівфабрикатах, обладнанні, комплектуючих виробках, паливі, енергії та ін.), джерел покриття потреби в матеріальних ресурсах, розробка проектів перспективних, поточних планів і балансів матеріально-технічного забезпечення виробничої програми, ремонтно-експлуатаційних потреб підприємства і його підрозділів і т.д. Ці функції можуть реалізовуватись, в залежності від організації виробництва, або однією службою матеріального забезпечення гірничо-збагачувального виробництва, або відповідними службами кожного виробничого підрозділу підприємства (гірничо-транспортний комплекс, дробарна фабрика, збагачувальна фабрика).

На схемі формування виробничого потенціалу пунктиром показане інформаційне середовище, яке створюють і в якому взаємодіють функціональні елементи виробничого потенціалу. Важливими «вузлами» інформаційного середовища є диспетчерські пункти або автоматизовані системи диспетчеризації.

Якщо виробничий потенціал гірничо-збагачувального підприємства оцінювати максимальним обсягом продукції, що він може виготовити, то фактичний обсяг виробництва концентрату становить ступінь використання виробничого потенціалу, виражений у абсолютних одиницях. Теж саме стосується і економічного потенціалу підприємства.

1.2 Аналіз співвідношення економічного і виробничого потенціалів гірничо-збагачувального комбінату через економічні результати діяльності підприємства

Питаннями підвищення економічної ефективності виробничої діяльності гірничо-збагачувальних підприємств займались такі вчені, як В. А. Федосєєв [30], М. Н. Лук'янчиков [31], Г. В. Колосков [32], В. В. Осмоловський [33], В. Г. Мацеєв, Н. Л. Ковалевич, М. М. Безсмертний, Я. В. Моссаковский [34], В. І. Прокопенко [35], М. І. Іщенко [36], Л. А. Коновалов [37], Л. Н. Варава [38], О. О. Клименко [39], Н. М. Кругла [40] та інші.

У визначенні економічного потенціалу підприємства згадується прибуток підприємства, проте, який саме прибуток мається на увазі ні в даному визначенні, ні у визначеннях інших дослідників не конкретизується. Слід зазначити, що при оцінці одного і того ж виду потенціалу різні суб'єкти оцінки використовують різні показники і методики. Існування декількох точок зору може бути пояснене різними цілями, що переслідували практики і науковці в процесі економічного дослідження і аналізу. В роботі [41] відомі в економічній літературі підходи до оцінки рівня використання потенціалу були зведені до трьох підходів: оцінка одним узагальнюючим показником, єдиним інтегральним показником і системою показників. При цьому Соколов А. В. для оцінки рівня використання сукупного потенціалу підприємства пропонує

власний інтегральний показник, використання якого обумовлено комплексністю поставленої в дослідженні [41] задачі. Використання системи показників при оцінці виробничого або економічного потенціалів підприємства, наприклад, такої, що запропонована в роботі [42], в більшій мірі відображає економічний стан підприємства і його елементів, ніж оцінка одиничним показником. Саме метод системи показників в дослідженні [42] рекомендують застосовувати при виборі напрямку технічного переоснащення, ринкового позиціювання, стратегічного планування розвитку підприємства та обґрунтування інших заходів, що в значній мірі вплинуть на функціонування підприємства. Проте суттєвим недоліком системи показників при визначенні розміру того чи іншого потенціалу підприємства є складність розрахунку. У зв'язку з цим, в науковій літературі широко застосовуються одиничні показники при оцінці потенціалу підприємства. Наприклад, в дослідженні [21] економічний потенціал підприємства розраховується за формулами:

$$EP_0 = FP_0 + MP_0, \quad (1.1)$$

$$EP_1 = EP_0 + \Phi P = MP_1 + \Phi P_1, \quad (1.2)$$

де EP – економічний потенціал підприємства;

MP – майновий потенціал підприємства;

FP – фінансове положення підприємства;

ΦP – фінансові результати; індекси «0» і «1» позначають початок та кінець звітного періоду.

Майновий потенціал підприємства Янкевичем П. А. [21] фактично зведено до суми господарських засобів і активів, що знаходяться в розпорядженні підприємства. На перший погляд, такий підхід до оцінки потенціалу підприємства дещо спрощений і занадто загальний, проте він в деякій мірі об'єднує як ресурсну, так і результатну концепції розуміння потенціалу, а також демонструє його динамічний характер. Зміна вартості потенціалу у часі підкреслена також в статтях [1, 2]. В роботах [2, 3] запропоновано розраховувати величину сумарного економічного потенціалу як суму локальних потенціалів. При цьому у якості структуроутворюючих потенціалів в роботах [1, 2] розглядається трудовий, виробничий, інноваційний та організаційно-управлінський потенціали, що оцінюються за приведеними величинами. Виробничий потенціал (до дисконтування) групи активів, що визначають дохід від реалізації продукції, робіт та послуг розраховується за формулою [1, 2]:

$$E_{np}^p = \sum_{t=1}^{T_{np}} (P_{актt} + P_{насct} + P_{обt} + P_{нмt} + A_{актt} + A_{насct} + A_{нмt}), \quad (1.3)$$

де $P_{актt}$, $P_{насct}$, $P_{обt}$, $P_{нмt}$ – прибуток від реалізації продукції [2] або від

операційної діяльності [1], отриманий від використання в t -му році відповідно активної, пасивної частин основних виробничих фондів, оборотних фондів і нематеріальних активів;

$A_{актt}, A_{пасст}, A_{нмt}$ - амортизаційні відрахування від залишкової вартості відповідно активної, пасивної частин основних виробничих фондів і нематеріальних активів, вироблені в t -му році розрахункового періоду;

T_{np} - період оцінки економічного потенціалу даної групи активів підприємства, приймається рівним періоду корисного їх використання.

На основний недолік такого підходу до оцінки виробничого потенціалу підприємства вказує Журавлев М. Н.[43], констатуєчи практичну складність розмежування прибутків від вкладення коштів в активну, пасивну частини основних виробничих засобів, а також в оборотні і нематеріальні активи. Хоча в роботі [1] наведено методику розрахунків цих складових прибутку, вони розраховуються на основі планових норм прибутків від вкладень у відповідні активи, і тому їх сума може не збігатися з розмірами прибутку від реалізації.

Незалежно від вибору методики оцінювання економічного потенціалу підприємства, не можна не відмітити ключового місця прибутку при розрахунку розміру потенціалу. Розмір прибутку одночасно визначає і ефективність використання потенціалу підприємства. Показник ефективності використання потенціалу підприємства – потенціаловіддача – визначається відношенням кінцевих результатів діяльності підприємства до величини його економічного потенціалу [13]. Щоправда, показник кінцевих результатів діяльності в роботі [13] обирався у відповідності до загальногосподарського призначення підприємства, а саме – обсяг реалізованої ним продукції. Проте з позицій економічної мети підприємства показником кінцевих результатів доцільніше обрати показник прибутку.

В багатьох роботах присвячених економіці збагачення руд за показник економічної ефективності діяльності підприємства приймається балансовий прибуток [33,37]:

$$П_о = \sum_{i=1}^n (Ц_i - C_i) Q_i + П_{np} \pm B, \quad (1.4)$$

де $Ц_i$ – оптова ціна одиниці продукції i -го виду, гр. од./т.;

n – номенклатура продукції;

C_i – повна собівартість одиниці продукції i -го виду, гр. од./т.;

Q_i – обсяг реалізованої продукції i -го виду, т;

$П_{np}$ – прибуток від реалізації іншої (побічної) продукції, гр. од.;

B – позареалізаційні доходи, або збитки, гр. од.

В залежності від мети дослідження, дослідниками можуть використовуватись різні формули прибутку: наприклад, в дослідженні [44] при

аналізі чутливості прибутку до зміни показників виробництва використовується показник прибутку при обробці ділянки родовища:

$$П = V \cdot O \cdot J(1 - P) \cdot (1 - R) \cdot (Ц - З) \cdot (1 - W), \quad (1.5)$$

де V – запаси руди, що видобуваються за одиницю часу (місяць, квартал, рік і т.д.);

O – середній вміст корисного компонента в запасах V ;

J – коефіцієнт витягу металу при переробці руди;

P, R – відповідно втрати і розубожіння в долях одиниць;

$Ц$ – ціна одиниці кінцевого продукту;

$З$ – сукупні витрати на одиницю кінцевого продукту;

W – ймовірність знаходження системи в невіправному стані.

Очевидно, що показник прибутку з ділянки родовища зручно використовувати при просторовому плануванні видобувних робіт. Балансовий прибуток гірничо-збагачувального підприємства представляє собою найбільш загальний результат його діяльності, більшу частину якого складає прибуток від реалізації продуктів збагачення мінеральної сировини. Наприклад, питома вага залізородного концентрату та залізородних обкотишів в загальному обсязі виробництва ПАТ "ЦГЗК" складає більше 99%, незначну долю товарної продукції складає щебінь. Більшість залізородних гірничо-збагачувальних комбінатів України реалізують залізородний концентрат. Процес виготовлення агломерату або обкотишів також передбачає виготовлення концентрату. Тому виробництву залізородного концентрату належить особливе місце в структурі виробничого потенціалу будь-якого залізородного гірничо-збагачувального комбінату. Оскільки в даному дослідженні нас цікавить співвідношення економічного і виробничого потенціалів гірничо-збагачувального підприємства, що виробляє і реалізує концентрат, будемо розглядати прибуток від його реалізації як показник ступеня використання економічного потенціалу підприємства. Вибір саме цього показника обумовлено, по-перше, інтересом даного дослідження до співвідношення економічного і виробничого потенціалів підприємства, а по-друге, тим, що прибуток від реалізації концентрату, на відміну від валового прибутку, не враховує прибутки від невиробничої діяльності підприємства або реалізації інших видів продукції. Обираючи показник ступеня використання виробничого потенціалу підприємства, необхідно зважати на фактично вироблену продукцію, тому в якості такого показника доцільно обрати обсяг товарної продукції або обсяг реалізованої продукції. Ці показники відрізняються один від одного на ту частину продукції, що була відвантажена в одному періоді, а сплачена в іншому. Умови розрахунку з клієнтами не впливають на виробничий потенціал підприємства, проте для оцінки співвідношення ступеню використання виробничого і економічного потенціалу необхідна саме ринкова складова. Тому для даного дослідження вважатимемо, що розрахунок відбувається одночасно із

відвантаженням продукції і обсяг товарної продукції дорівнює обсягу реалізованої. Саме його приймемо в якості показника ступеня використання виробничого потенціалу.

В роботі [38] показник прибутку від реалізації концентрату розраховується наступним чином:

$$\Pi_t^{\kappa} = (C_{mt}^{\kappa} - Z_{nptm}^{\kappa} \cdot r_{at}) \cdot \gamma_{mt} \cdot k_{pt} \cdot X_t^n, \quad (1.6)$$

де Π_t^{κ} – прибуток з реалізації концентрату в t -тому році;

C_{mt}^{κ} – ціна реалізації 1 т. концентрату m -ої якості в t -тому році, виробленого із усередненого промпродукту;

Z_{nptm}^{κ} – виробничі витрати на виробництво 1 т. концентрату m -ної якості в t -му році;

r_{at} – коефіцієнт, що враховує суму адміністративних та збутових витрат по виробництву концентрату в t -му році;

γ_{mt} – вихід концентрату m -ої якості в t -тому році, виробленого із усередненого промпродукту;

k_{pt} – коефіцієнт, що враховує питому вагу концентрату із загального обсягу випуску, що поступає на реалізацію в t -му році;

X_t^n – обсяг початкового проміжного продукту m -ної якості в t -му році;

При аналізі впливу цінової політики гірничо-збагачувального підприємства на прибуток в роботі [45] наведено різні формули розрахунку прибутку, в залежності від способу ціноутворення: нормативно-параметричному або пропорційному. За такими способами ціноутворення прибуток розраховується відповідно за формулами:

$$\Pi_{nn} = A_p \gamma [u_{\bar{\sigma}} + \Delta u (\beta_n \pm \beta_{\bar{\sigma}})] - A_p [a_{\partial} + t_p + (\epsilon + t_{\epsilon} + a_0)n + \partial + a_n], \quad (1.7)$$

$$\Pi_n = A_p \gamma \beta_n u_0 - A_p [a_{\partial} + t_p + (\epsilon + t_{\epsilon} + a_0)n + \partial + a_n], \quad (1.8)$$

де Π_{nn} – річний прибуток гірничо-збагачувального підприємства при нормативно-параметричному способі ціноутворення, грн./рік;

A_p – річна продуктивність кар'єру по руді, т/рік;

γ – вихід концентрату з руди, долі одиниць;

$u_{\bar{\sigma}}$ – базова оптова ціна концентрату, грн./т;

Δu – приплата або знижка за відхилення вмісту заліза в концентраті від базового на один відсоток, грн.;

β_n – запланований вміст заліза в концентраті, %;

$\beta_{\bar{\sigma}}$ – базовий вміст заліза в концентраті, %;

a_{∂} – собівартість видобутку руди, грн./т;

e – собівартість виймання пустих порід, грн./т;

t_p – витрати на транспортування руди на дробарно-збагачувальне виробництво, грн./т;

t_e – витрати на транспортування пустих порід до відвалів, грн./т;

a_0 – витрати на відвало-утворення пустих порід, грн./т;

n – коефіцієнт розкриття;

δ – витрати на дроблення руди, грн./т;

a_n – собівартість переділу 1 т. руди на концентрат, грн./т;

Π_n – річний прибуток гірничо-збагачувального підприємства при нормативно-параметричному способі ціноутворення, грн./рік;

c_0 – ціна одного відсотку заліза в тоні концентрату, грн.

Очевидно, що від'ємник в формулах (1.7) і (1.8) представляє собою витрати на видобуток і переробку руди до концентрату. Хоча в формулах (1.7) і (1.8) витрати на видобуток і переробку концентрату розкриті більш детально, ніж в ф.(1.6), в них не враховуються адміністративні витрати і витрати на збут. Автори дослідження [45-46] такий прибуток називають прибутком з виробництва концентрату. Такий показник в більшій мірі характеризує саме результати виробничої діяльності.

З формул (1.4)-(1.8) видно, що обсяг реалізації, або виробництва продукції є множником, що збільшує обсяг прибутку. З іншого боку, обсяг реалізації залежить не лише від обсягу виробництва, але й від кон'юнктури ринку і обмежень зі сторони державних органів (див. рис.1.3). Обсяг реалізації фактично визначає ступінь використання виробничого потенціалу, про який вже йшла мова раніше. Отже, ступінь використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства прямо пропорційний ступеню використання його виробничого потенціалу в рамках обмежень з боку підсистеми реалізації продукції.

Як видно з вищенаведених формул, прибуток від реалізації концентрату залежить не лише від обсягів продажу, але й від ціни на залізородну сировину. Розглянемо механізм її формування.

За часів СРСР преїскурантна ціна на продукцію ГЗКів встановлювалась централізовано строком не менше п'яти років. Оптова ціна на залізородну продукцію враховувала витрати на її виробництво і норму прибутку. Встановлена планова оптова ціна на концентрат варіювалась по основним районам виробництва. Українські ГЗКи відносились до виробників Південного району. Ціна на концентрат враховувала розміри знижок або надбавок за відхилення якісних характеристик концентрату від розрахункової норми. Наприклад, знижки або надбавки за відхилення вмісту вологи в концентраті від норми на 1% були встановлені на рівні 1,5% для всіх сортів концентратів, в той час, як розмір знижок і надбавок за відхилення вмісту заліза на 1% від норми був встановлений для кожного комбінату індивідуально. Ціна також враховувала можливу надбавку за перевищення норм витрат запасів [38]. Умови реалізації залізородного концентрату не передбачали надбавок за

зниження коливань його хімічного складу, не дивлячись на те, що показники стабільності якості сировини для доменного виробництва дуже важливі [47].

В умовах міжнародних ринкових відносин, ціна концентрату встановлюється в перерахунку на 1% вмісту заліза в 1 т. сухого продукту, і залежить від співвідношення попиту та пропозиції на залізорудну сировину. У світовій практиці 80% залізорудної сировини продається за довгостроковими контрактами [48]. Ще з 1960-х років світові контрактні ціни встановлювались щорічно 1 квітня. Цей рівень цін був результатом переговорів найбільших постачальників та споживачів галузі, а також слугував орієнтиром для інших учасників ринку на весь наступний рік. Проте з квітня 2010 року ціни на залізорудну сировину визначаються в залежності від ситуації на спотовому ринку і надалі фіксуються в короткострокових кварталних або місячних договорах. По закінченню цього строку ціна переглядається в залежності від ринкових тенденцій. Вміст заліза, вологи, корисних та шкідливих домішок, а також їх відхилення обговорюються в контракті поставок сировини. Такі контракти часто передбачають преміювання за високий вміст заліза, проте конкретні умови поставок не розкриваються широкому загалу. Тим не менше, в наукових дослідженнях часто можна зустріти опис різних механізмів формування ціни. Наприклад, в роботі [45] наводиться аж два методи ціноутворення (див.ф.1.7-1.8). Існує підхід, за яким ціна 1 т. залізорудної сировини визначається на основі її металургійної цінності [34]:

$$C_{ij} = C_c \cdot KMЦ_{ij}, \quad (1.9)$$

де C_{ij} – ціна 1 т. руди i -го виду і сорту з урахуванням витрат на транспортування;

C_c – середня ціна умовного, найбільш використовуваного на даному металургійному комбінаті виду і сорту залізної руди з урахуванням витрат на транспортування;

$KMЦ_{ij}$ – коефіцієнт металургійної цінності конкретного i -го виду і сорту руди, що постачається j -м постачальником. КМЦ слугує для кількісної оцінки якості.

В роботі [38] була зроблена спроба описати механізм формування ціни залізорудного концентрату за t -й період наступною формулою:

$$C_t^k = C_0^k \pm \Delta\beta \cdot \Delta p_\beta \pm \Delta W \cdot \Delta p_W - \Delta s \cdot \Delta p_s, \quad (1.10)$$

де C_0^k – ціна 1 т концентрату при базових параметрах (відповідно до вмісту заліза, вологи, сірки), грн.;

$\Delta\beta$, ΔW , Δs – відповідно приріст (зниження) вмісту заліза, вологи, сірки порівняно з базовим вмістом, %;

$\Delta p_s, \Delta p_W$ – розмір приплат (знижок) за кожен відсоток підвищення (зниження) якості концентрату, грн.;

Δp_s – розмір штрафних санкцій за перевищення вмісту сірки, грн.

Хоча формули розрахунку вартості 1 т. залізорудної сировини, запропоновані різними авторами дещо відрізняються, вони всі мають одну характерну рису: ціна на залізорудну сировину пропорційна вмісту в ній основного компоненту. Вміст заліза в концентраті є символізуючим показником його якості. У вузькому сенсі під якістю залізорудної сировини розуміється вміст в ній основного компоненту. Отже, ціна на залізорудну продукцію конкретного підприємства залежить, з одного боку, від глобальних тенденцій в галузі, а з іншого – від якості залізорудної сировини, що реалізується.

Із всього вищезазначеного випливає, що в умовах обмежень з боку підсистеми реалізації продукції підприємство може впливати на свій прибуток тільки за рахунок зниження собівартості продукції або підвищення виторгу від реалізації шляхом підвищення якості концентрату.

Розглянемо іншу складову прибутку. Хоча калькулювання собівартості концентрату в радянські часи відбувалось згідно з існуючими на той час інструкціями [49], а зараз – у відповідності до кошторису витрат [50], як в сучасних, так і в наукових працях радянського періоду можна зустріти різні аналітичні та статистичні формули розрахунку собівартості концентрату, що використовувались дослідниками для демонстрації ролі того чи іншого показника в економічних результатах виробничої діяльності гірничо-збагачувального підприємства. В таких дослідженнях під терміном «собівартість продукції» мається на увазі її виробнича собівартість – витрати на виробництво продукції в межах підприємства. Такий підхід дозволяє виключити при аналізі такі витрати, що не пов'язані з виробничим потенціалом гірничо-збагачувального виробництва: витрати на збут і адміністративні витрати. При аналізі впливу різних показників на собівартість концентрату використовуються як статистичні так і теоретичні формули. Так в роботі [51], для оцінки впливу вмісту кожного компоненту якісного складу залізних руд на собівартість концентрату використовується множинна регресія. Проте залежності, отримані методом кореляційно-регресійного аналізу, мають статистичний характер. Вони описують лише загальний вигляд залежності, не розкриваючи при цьому її внутрішньої природи. Щодо теоретичних залежностей, вони дуже розповсюджені в дослідженнях, що в тій чи іншій мірі торкаються питань економіки збагачення. Статистичні методи досліджень використовуються під час аналізу факторів, що суттєво впливають на економічні показники діяльності підприємства, або при перевірці аналогічних аналітичних залежностей. В роботі [35] за результатами регресійного аналізу встановлено, що серед таких факторів, як обсяг отриманого концентрату, загальний вміст заліза в руді, вміст заліза в концентраті, витрати руди на 1 т. концентрату і собівартість руди найбільший вплив на собівартість концентрату мають останні два фактори.

При дослідженні впливу втрат запасів руди на собівартість концентрату Кривошеєвою А. О. використовувалась наступна формула собівартості [52]:

$$C_{\kappa} = \theta(Fe_3)[C_{\delta} + \frac{C_{\epsilon}K_{\epsilon}}{(1-\delta_{\epsilon})} + C_{\delta.\phi} + C_m + C_{з.\phi} \cdot a_{1T}(1-\delta_{\epsilon})] , \quad (1.11)$$

де $\theta(Fe_3)$ – витрати руди (функція від вмісту загального заліза в перероблюваній руді);

C_{δ} – вартість безпосередньо видобутку 1 т. руди, грн.;

C_{ϵ} – собівартість розробки розкриву грн./м³;

K_{ϵ} – поточний коефіцієнт розкриву, м³/т.;

δ_{ϵ} – втрати експлуатаційних запасів руди,

$C_{\delta.\phi}$ – собівартість дроблення руди на фабриці, грн./т.;

C_m – собівартість транспортування дробленої руди на збагачувальну фабрику, грн./т.;

$C_{з.\phi}$ – вартість переробки 1 т. руди на концентрат, грн./т.;

a_{1T} – потонна ставка (амортизаційні відрахування на витрати пов'язані з видобутком корисної копалини).

Витрати руди в дослідженнях [35, 52] являють собою величину, обернену до виходу концентрату γ . Залежність собівартості концентрату від вмісту загального заліза в руді також підтверджувалась парною лінійною регресією, побудованою за статистичними даними перебігу процесу збагачення на Інгулецькому ГЗКті. Кривошеєвою А. О. також аналізувалась закономірність впливу якості рудної сировини і обсягів її переробки на собівартість виробництва концентрату. Нею було встановлено, що собівартість концентрату при зниженні продуктивності комплексу з випуску концентрату на деяку величину підвищується більше, ніж знижується при підвищенні продуктивності комплексу на таку ж величину. З чого було зроблено висновок, що коливання продуктивності комплексу, незважаючи на виконання середньопланового завдання за період часу, призводять до підвищення собівартості концентрату.

В науковій літературі собівартість збагачення часто представляється у вигляді суми собівартостей переробки по окремих ланках технологічного ланцюгу [53]:

$$C_{\kappa} = \frac{\sum_{j=1}^N c_j}{\gamma} , \quad (1.12)$$

де N – кількість апаратів в технологічному ланцюгу, шт.;

c_j – собівартість переробки 1 т руди на j -му апараті, грн./т., $j=1,2,\dots,N$.

Формулу собівартості збагачення у вигляді структурної залежності витрат по окремим технологічним операціям також представлено в роботі [54]:

$$C_{з.ф} = C_{\delta} + C_{дриб} + C_{сеп} + C_{кл} + \dots + C_{ін}, \quad (1.13)$$

де C_{δ} – собівартість дроблення;

$C_{дриб}$ – собівартість дрібнення;

$C_{сеп}$ – собівартість сепарації;

$C_{кл}$ – собівартість класифікації;

$C_{ін}$ – собівартість інших операцій.

При цьому в роботі [54] зазначалось, що витрати на кожну операцію визначаються виходом по даній операції і її вартістю або нормативом.

Оскільки технологічна і апаратна схеми збагачення різних секцій однієї збагачувальної фабрики можуть відрізнятися, формула (1.13) могла б бути придатною для визначення собівартості збагачення по окремим секціям, проте оскільки витрати по операціям збагачення в значній мірі варіюються в залежності від обсягу збагачуваної руди, її природно-технічних властивостей, їх стабільності та інших показників, застосування такого методу підрахунку є проблематичним.

В роботі [33] запропонована наступна формула визначення собівартості збагачення 1 т. руди:

$$C_{o.p} = \sum P_i C_i + \frac{\sum A_i H_i}{\sum n q k}, \quad (1.14)$$

де P_i – питомі витрати i -го елемента;

C_i – ціна i -го елемента;

A_i і H_i – складові відносно постійних витрат по фабриці за розрахунковий період, відповідно чисельність і середня заробітна плата постійного штату працівників, вартість основних фондів і їх норма амортизації та ін. крб.;

n – кількість однотипних збагачувальних секцій;

q – максимально можлива продуктивність секції по руді за розрахунковий період, т;

k – коефіцієнт використання календарного часу секції.

Хоча собівартість переділу збагачення – важливий економічний показник, з практичних міркувань, він найчастіше використовується як складова загальної собівартості концентрату. Саме визначання взаємозв'язку якості руди і собівартості концентрату представляє науковий інтерес. В роботі [33] запропонований розрахунок виробничої собівартості 1 тони концентрату на основі показників вмісту основного компонента в залізорудній сировині:

$$C_{\kappa} = \frac{\beta}{\alpha_3 \varepsilon} \left(\frac{1 - W_{\kappa}}{1 - W_p} \right) (C_p + C_{\delta} + C_{\varepsilon} + C_{o.p} - C_{om}), \quad (1.15)$$

де β – вміст заліза в концентраті, %;
 α_3 – вміст заліза в руді, %;
 ε – витяг заліза в концентрат, долі одиниць;
 W_k – вологість концентрату, долі одиниць;
 W_p – вологість руди, долі одиниць;
 C_p – собівартість руди, гр. од./т.;
 C_d – собівартість дроблення руди, гр. од./т.;
 C_g – собівартість відновлення окислених руд, гр. од./т.;
 $C_{o.p}$ – собівартість збагачення 1 т. руди, гр. од./т.;
 C_{om} – вартість відходів збагачення з 1 т. руди, гр. од./т.

Перший множник у виразі (1.15) є величина обернена до виходу концентрату з руди γ . Формула (1.15) призначена для розрахунку собівартості концентрату, при виробництві якого використовується відновлювальне випалення. Вона також передбачає можливість підприємства збувати свої відходи збагачення. Проаналізувавши різні підходи до розрахунку виробничої собівартості 1 т. концентрату, можна об'єднати їх наступною формулою:

$$C_3 = \frac{C_p}{\gamma}, \quad (1.16)$$

де C_p – сукупна собівартість видобутку, транспортування, дроблення і збагачення 1 т. руди.

В сукупній собівартості видобутку, транспортування, дроблення і збагачення 1 т. руди вже враховано постійні загальновиробничі витрати. Витрати підприємства залежать від обсягів видобутку і переробки руди, в той час, як кінцевою продукцією підприємства є концентрат, і при визначенні економічних результатів діяльності підприємства постає необхідність визначення саме собівартості концентрату.

При збільшенні обсягів виробництва відбувається зниження собівартості одиниці продукції. Для розрахунку впливу збільшення об'єму виробництва на собівартість продукції в роботі [37] запропонована формула:

$$\Delta C = \left(1 - \frac{100}{100 + \Delta Q}\right)U, \quad (1.17)$$

де ΔC – зміна собівартості 1 т продукції, %;
 ΔQ – зміна обсягу виробництва продукції, %;
 U – питома вага умовно-постійних витрат в собівартості продукції.

Відповідно до розрахунків за формулою (1.17) збільшення обсягу виробництва на 10% зменшує собівартість 1 т. концентрату на 0,9%, а зменшення обсягу виробництва на 10% збільшує собівартість на 1,11%. Тобто,

фактично підтвердились висновки, зроблені в роботі [52]. За таким підходом вихід концентрату з руди вважається сталою величиною.

Проте особливістю гірничо-збагачувального виробництва є те, що для отримання запланованої кількості концентрату, необхідно переробити у декілька разів більший обсяг руди. Так у 2011 році Інгулецьким ГЗК було виготовлено 15 133,1 тис.т. концентрату. Для цього було видобуто 36 526,7 тис.т руди. Основним показником, що демонструє співвідношення обсягів концентрату і руди, необхідної для його виробництва, є вихід концентрату. Цей показник у явному або опосередкованому вигляді присутній в формулах розрахунку прибутку і собівартості. Саме вихід концентрату розкриває сенс масштабу перетворення сировини на готовий продукт. Адже чим вищий цей показник, тим менший об'єм руди необхідно переробити для отримання планового обсягу концентрату. І навпаки: збільшивши вихід, можна отримати більшу кількість концентрату з тієї ж кількості руди. Обидва випадки є прикладами збільшення ефективності використання сировини. З цього випливає, що вихід концентрату з руди характеризує техніко-економічну складову ступеню використання виробничого потенціалу збагачувальної фабрики. Тобто, він характеризує ступінь використання сировини, що надходить на збагачення. При цьому розуміти вихід концентрату як ступінь використання виробничого потенціалу збагачувальної фабрики або всього комбінату було б помилковим. Адже вихід концентрату не відображає співвідношення можливого і фактичного обсягів руди, що надходить на збагачення, вимог щодо якості концентрату, ефективності використання факторів виробництва і т.д. В той же час цей показник впливає на ступінь використання економічного потенціалу підприємства. З вищенаведених формул видно, що зі збільшенням виходу концентрату збільшується прибуток підприємства, а отже, і ступінь використання економічного потенціалу підприємства.

1.3 Аналіз наукових підходів до підвищення економічної ефективності використання виробничого потенціалу гірничо-збагачувального підприємства

Підвищити ефективність використання економічного потенціалу можна за рахунок відповідних заходів щодо його інвестиційної, інноваційної та інших (див. рис. 1.3) складових. Проте в рамках даної роботи нас цікавить підвищення ефективності використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального комбінату саме за рахунок його виробничої діяльності. Перелік заходів по підвищенню економічної ефективності збагачення залізних руд, запропонованих вітчизняними авторами представлено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Заходи, запропоновані у вітчизняній літературі з економіки гірничої справи для підвищення ефективності використання виробничого потенціалу гірничо-збагачувального комбінату

Автор	Сутність
Рябикіна Н. І. [13]	Оптимізація величини технологічного потенціалу.
Федосеев В. А. [30]	Комплексне використання залізних руд.
Лукьянчиков Н.Н. [31]	Дозбагачення хвостів мокрої магнітної сепарації. Механізація та автоматизація виробничих процесів. Інтенсифікація процесів здрібнення руд. Укрупнення збагачувального обладнання. Створення принципово нової техніки та технології збагачувального обладнання.
Колосков Г. В. [32]	Підвищення продуктивності обладнання за рахунок більш ефективного використання планового фонду часу.
Осмоловский В.В., Мацеев В.Г., Ковалевич Н.Л., Бессмертный М.М. [33]	Комплексне використання залізних руд. Використання хвостів збагачення для підприємств будівної індустрії. Організація господарського розрахунку серед підрозділів підприємства. Економічне стимулювання підвищення ефективності виробництва. Грохочення перед операцією дроблення.
Клименко О.О. [39]	Організаційно-структурна перебудова допоміжного виробництва.
Кривошеева А.О. [52]	Зниження втрат залізної руди за рахунок їх нормування і стимулювання ощадливого використання.
Бубнова Г. А. та інші [54]	Усереднення якості руди в кар'єрі до її економічно обґрунтованого рівня.

Автор	Сутність
Курашов С. В. [55]	Матеріальне стимулювання за підвищення якості і зниження собівартості залізорудної продукції.

Зазначимо, що в англomовній науковій літературі не існує теорії економічних потенціалів, а під аналізом економічного потенціалу, по суті, розуміється розгорнутий аналіз ефективності економічної діяльності підприємства із перспективними виробничими планами. Серед західних досліджень, направлених на моделювання впливу управлінських рішень на складові обраних вище показників економічного і виробничого потенціалу гірничо-збагачувальних підприємств, можна відмітити, по-перше, імітаційну модель впливу злиття видобувних підприємств на ціну залізорудної сировини розроблену в Технічному університеті Лулео, Швеція (Luleå University of Technology)[56]. Хоча зазначене дослідження дозволяє розрахувати рівень цін на залізорудну сировину після злиття залізорудних підприємств, в залежності від долі ринку кожного з них, а також розрахувати підвищення цін на продукцію інших підприємств галузі внаслідок консолідації, його актуальність обмежується лише відповідними ринковими подіями.

Спеціалістами університету Джорджтауна, США, розроблена модель управління операційним ризиком гірничо-збагачувального підприємства, що дозволяє оптимізувати обсяг виробництва в залежності від ринкової та виробничої невизначеностей [57].

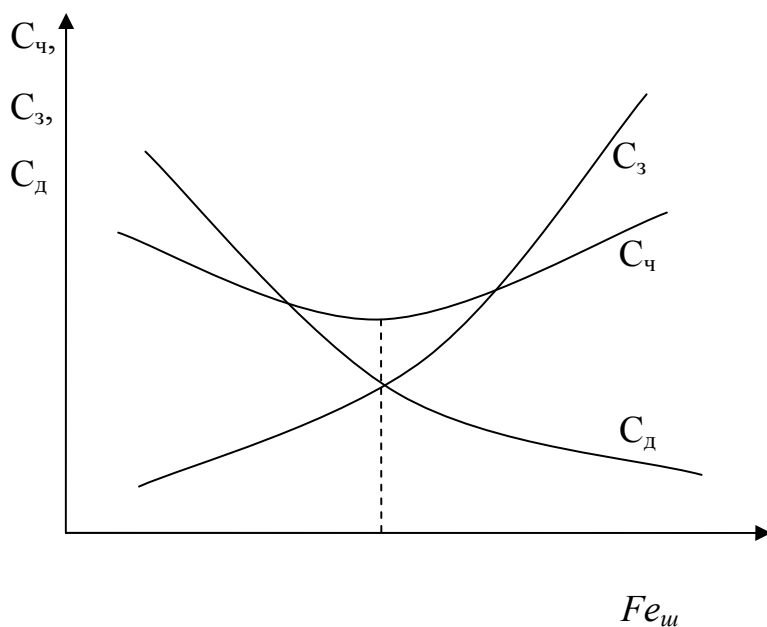
Максимізувати суму приведених прибутків від реалізації концентрату за рахунок оптимізації бортового вмісту металу в руді пропонують дослідники із університету Макгілла (McGill University), Канада, і Технологічного університету імені Джона Кертіна (Curtin University of Technology), Австралія, в роботі [58]. На відміну від традиційних методів визначення бортового вмісту металу в руді, в дослідженні [58] пропонується оптимізаційна модель, що не лише враховує динаміку цін на метал (мідь), але і зміну експлуатаційних витрат, в тому числі – витрат на зберігання руди, що буде збагачена в періоди із прогнозованим підвищенням цін і попиту. Підвищенню економічної ефективності розподілу активів гірничо-збагачувального підприємства між сферою фінансів і виробництва сприяє метод оцінки очікуваної чистої приведеної вартості розроблений дослідниками Массачусетського технологічного інституту (Massachusetts Institute of Technology), США, і Лаврентійського університету (Laurentian University), Канада [59]. Очікувана приведена чиста вартість проектів в роботі [59] розраховується для трьох сценаріїв динаміки світових цін на залізорудну сировину, що сприятиме підвищенню ефективності прийняття рішень і управління ризиками керівництвом гірничо-збагачувальних підприємств.

Серед досліджень, направлених на визначення потенційної ефективності, зниження витрат і зміни якості руди при порівнянні варіантів її транспортування, можна виділити роботи професора Еверета (Jim Everett) із

Університету західної Австралії [60-63]. Він також вказує на важливість зниження коливань якості руди, проте запропоновані в роботі [63] методи статистичного моделювання, розроблені для порівняння варіантів транспортування руди на ланках «кар'єр-дробарка» і «дробарка-порт відправлення», потребують великого обсягу статистичного матеріалу. Вони також не враховують впливу коливань якості на кількісні показники збагачення і спираються, здебільшого, на показники обсягів поставок руди і відповідні значення її якості.

Аналіз вітчизняних і закордонних досліджень вказує на особливу увагу дослідників до управління якістю руди. Це пов'язано, насамперед, із впливом якості руди на вихід концентрату. В свою чергу, вихід концентрату з руди впливає на собівартість однієї тони концентрату, але такий вплив має двоякий характер. З одного боку, як видно з формул (1.12) і (1.16), збільшення виходу концентрату знижує собівартість 1 т. концентрату. З іншого боку, для збільшення виходу концентрату необхідно витратити більше палива, енергії та матеріалів, що призводить до збільшення витрат по переділу збагачення.

У зв'язку з цим, розрахунок оптимальної глибини збагачення представляє собою окрему задачу планування. Можна лише сказати, що в умовах, коли ГЗК є структурним елементом вертикально-інтегрованої гірничо-металургійної компанії, при розрахунку оптимальної глибини збагачення враховуються потреби не лише самого комбінату, але і металургійного виробництва. Вибір оптимальної глибини збагачення можна зобразити графічно (рис.1.5) [64].



$C_ч$ – собівартість чугуну, грн./т.; $C_д$ – витрати в доменному цеху, грн./т.; $C_з$ – витрати на збагачення руди, грн./т.; Fe_u – вміст заліза в шихті, %.

Рисунок 1.5 - Визначення впливу оптимальної глибини збагачення на показники плавки в доменних печах [64]

У випадку, якщо ГЗК є самостійним виробничо-господарським суб'єктом, оптимальний ступінь використання рудної сировини можна розрахувати з позиції максимізації прибутку або мінімізації собівартості. Графічно вибір ступеня використання рудної сировини за критерієм мінімуму собівартості представлено на рис.1.6 [28].

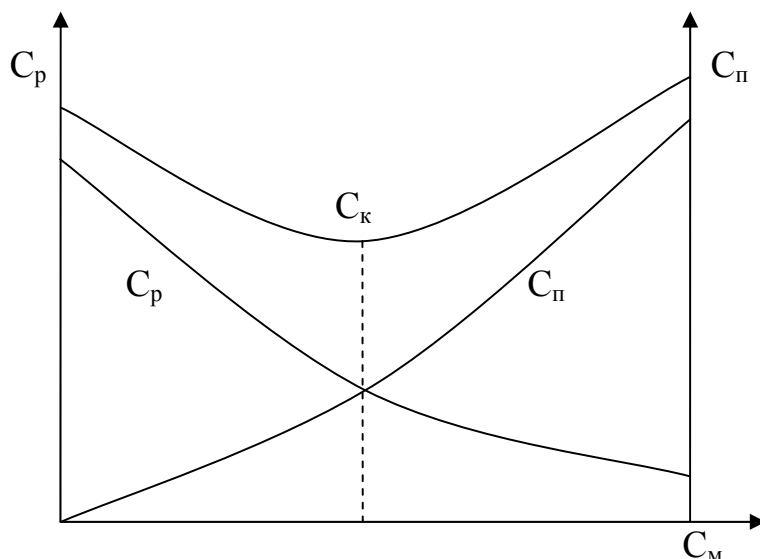


Рисунок 1.6 - Залежність собівартості 1 т. продукції C_k , її сировинної складової C_p і витрат по переділу C_{Π} від ступеня використання початкової сировини C_m [28]

За результатами розрахунку оптимальної глибини збагачення здійснюється корегування параметрів технологічного режиму для отримання концентрату заданої якості і кількості. Саме це становить сутність технологічного управління [65] і є предметом відповідних наукових досліджень.

Але підвищення виходу концентрату з руди можливе не лише за рахунок техніко-технологічних рішень або додаткових матеріальних витрат при переробці руди до концентрату. Таке підвищення можливе також за рахунок підвищення якості руди, що надходить на збагачення.

Згідно зі стандартом ДСТУ ISO 9000:2007 «Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів» [66] якість – це ступінь, до якого сукупність власних характеристик задовольняє вимоги. Хоча значення терміну «якість» визначається у державних стандартах, в наукових роботах часто зустрічаються авторські визначення цього терміну, наприклад, в роботі [67] якість інтерпретується як рівень (ступінь) задоволення (виконання) встановлених чи передбачуваних потреб (вимог) споживачів і інших зацікавлених сторін сукупністю властивостей і характеристик певного об'єкту (продукції, послуг).

Питаннями формування якості залізної руди і її впливом на результати збагачення займалися такі вчені як Ломоносов Г. Г. [51, 68], Грачев Ф. Г. [69-70], Бастан П.П., Болошин Н. Н. [71], Бизов В.Ф. [72], Ржевский В.В. [73], Новожилов М.Г., Ройзен Я. Ш., Эрперт А.М. [47], Зарайський В.Н., Николаєв К.П., Казанський К.В. [74], С. Я. Арсеньев, А. Д. Прудовский [75] та інші. Авторські визначення поняття «якість залізної руди» наводяться практично у всіх цих дослідженнях, проте принципових відмінностей в них немає: якість корисної копалини розглядається як сукупність експлуатаційних та технологічних властивостей, що визначають економічну доцільність використання даної сировини. Зупинимось на визначенні, що найбільше відповідає сучасному розумінню терміну «якість», і в широкому сенсі розумітимемо якість корисної копалини (залізної руди) як сукупність властивостей, що визначають ступінь придатності і економічної ефективності її використання [73].

Вплив окремих показників якості руди на показники збагачення досліджувався неодноразово. Проте особлива увага в дослідженнях, присвячених якості залізорудної сировини присвячується виявленню і аналізу впливу вмісту основного компонента на показники збагачення. Це пов'язано з тим, що саме вміст корисного компонента в руді найбільше впливає на якість концентрату, а якість концентрату, як показано в формулах (1.5), (1.7) і (1.8), прямо пропорційна прибутку, доходу і, відповідно, ступеню використання економічного потенціалу підприємства. Найчастіше такий вплив встановлюється на основі аналізу статистичних даних. Статистичні залежності, що демонструють сильний вплив якості руди на вихід і якість концентрату для різних гірничо-збагачувальних комбінатів, наведені в роботах [36, 47, 52, 55, 68, 70, 75-78]. У всіх цих дослідженнях засвідчується ріст виходу концентрату із збільшенням вмісту основного компонента в руді. Наприклад, для умов Північного ГЗКу було виявлено, що збільшення вмісту магнетитового заліза в руді на 3% призводить до приблизно такого ж збільшення виходу концентрату [47]. Щодо впливу якості руди на якість концентрату, в наукових дослідженнях існують протилежні точки зору: хоча більшість досліджень засвідчують прямо пропорційну залежність якості концентрату від якості руди [51, 69, 76], в деяких роботах [47, 78] показано, що зі збільшенням якості руди, що надходить на збагачення рівень якості концентрату збільшуються до певного рівня, після досягнення якого показники збагачення починають погіршуватись. Наприклад, в роботі [47] автори демонструють незначну залежність якості залізорудного концентрату від якості сировини, а зменшення вмісту заліза в концентраті зі збільшенням його вмісту в руді пояснюють наявністю тонко вкраплених зерен магнетиту у породах, що досліджуються. Зарайський В.Н. [74] пояснює нелінійну залежність вмісту заліза в концентраті від вмісту заліза в руді особливостями функціонування магнітного сепаратора, котрий налаштований на максимальний витяг металу при деякому постійному значенні, а, працюючи з перевантаженнями, не в змозі витягти весь магнітний матеріал. Також, окрім

формульних залежностей виду (1.11) або (1.15), в багатьох дослідженнях [36, 52, 68, 70, 55] наводяться графіки залежності собівартості 1 т. концентрату від вмісту основного компонента в руді. З таких графіків видно, що зі збільшенням якості руди, яка надходить на збагачення, знижується собівартість одиниці продукції, що може пояснюватись збільшенням виходу. Отже, збільшення вмісту заліза в руді, що перероблюється, сприяє підвищенню ступеня використання виробничого потенціалу. Проте його вплив на економічний потенціал підприємства має двоякий характер: з одного боку, ріст виходу концентрату призводить до росту прибутку за рахунок обсягу виробництва, з іншого – тонковрапленість та інші властивості руди у купі зі збільшенням вмісту заліза в руді можуть спричинити зниження якості концентрату і, відповідно, його ціни.

Проте такі техніко-економічні показники збагачення, як вихід, витяг і якість концентрату, залежать не лише від вмісту основного компонента в руді, але й від його коливань. При цьому всі дослідники, котрі займались питаннями якості руди, погоджуються, що зі збільшенням коливань вмісту основного компонента в руді знижуються вихід, витяг і якість концентрату. Дослідження [77], проведені в умовах підприємств збагачення комплексних руд кар'єру Північна Плавикова гора, також підтверджують вплив коливань показників вмісту компонентів на результати збагачення. Методом вибіркової статистики було встановлено, що при збагаченні руди, ступінь усереднення якої складав: для ртуті – 50-70%, флюориту – 50-75% і кальциту – 40-75% , підвищується абсолютний приріст витягу в концентрат: ртуті – на 3-5%, флюориту – на 10-15%. При збагаченні усередненої руди також спостерігалось підвищення вмісту в концентраті ртуті – на 1-4%, флюориту – на 0,7%. А для умов Ковдровського ГЗКа були отримані наступні залежності вмісту заліза в концентраті β і його виходу γ [75]:

$$\beta = 63,3 - 0,35\sigma_p, \quad (1.18)$$

$$\gamma = 39,2 - 0,39\sigma_p, \quad (1.19)$$

де σ_p – середньоквадратичне відхилення вмісту заліза в середньо змінних обсягах, %.

Колівання вмісту заліза в руді призводить до втрати продуктивності збагачувального устаткування, його перевантаження, а також втрат через відхилення технологічного процесу від оптимального рівня. Статистичні методи досліджень традиційно слугували основним інструментом виявлення такого роду закономірностей, проте після приватизації видобувні підприємства вже не настільки відкриті для організації і збору експериментальних даних про технологічний процес. Тому в останні роки з'являються дослідження, що дозволяють на основі теоретичних розрахунків виявити вплив якості руди і її

коливань на показники збагачення [79]. Такі дослідження були проведені науковцями Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» [79-82].

Хоча існування впливу коливань вмісту заліза в руді на вихід вже давно доведено практикою роботи гірничо-збагачувальних підприємств, залежність економічних результатів діяльності підприємства від цих коливань в наукових роботах майже не досліджено.

1.4 Визначення основних напрямків підвищення ефективності використання виробничого і економічного потенціалів гірничо-збагачувальних підприємств

Мала кількість економічних досліджень, присвячених проблемі зниження коливань якості пояснюється, по-перше, тим, що статистично встановити вплив цих коливань на економічну ефективність виробництва надзвичайно важко, адже показники якості руди, що надходить на збагачення, визначаються кожної години і/або зміни, а собівартість продукції й інші економічні показники діяльності – щомісяця. Розроблено небагато методик визначення впливу коливань вмісту заліза в руді на економічні показники збагачення. Деякі з них засновані на використанні регресійних залежностей виходу від коливань якості руди. З іншого боку, описано достатньо методичних підходів, що дозволяють визначити економічний ефект від зниження коливань якості перероблюваної руди [70, 71, 78-83]. Зазначимо, що деякі з цих методик також спираються на емпіричні залежності [74, 83]. Існуючі методики розрахунків економічної ефективності стабілізації якісного складу руди після адаптації до умов ринкової економіки можуть слугувати теоретично-методичною базою для виявлення закономірностей між коливаннями якості вмісту основного компоненту в руді і економічними показниками діяльності гірничо-збагачувальних підприємств.

Сам факт і характер впливу коливань якості на вихід і вміст основного компоненту в концентраті вказує на те, що зниження коливань вмісту заліза в руді, яка надходить на збагачення, сприяє підвищенню ступеня і ефективності використання виробничого і економічного потенціалів гірничо-збагачувального підприємства.

Однозначність впливу коливань вмісту основного компоненту в руді на ефективність використання економічного потенціалу підприємства, а також недосконалість існуючих методів визначення впливу коливань якості на ефективність використання економічного і виробничого потенціалів підприємства визначили інтерес даного дослідження до вивчення характеру, факторів і механізму виникнення коливань якості, та визначення можливих важелів впливу на них з метою підвищення ефективності використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального комбінату.

Основні зміни якості руди виникають в процесі її видобутку і багато в чому визначаються організацією роботи гірничо-транспортного комплексу. Встановлено, що 45-50% коливань якості припадають на етапи «висадження-екскавація-транспортування» [55]. Збільшення вантажопідйомності і зниження мобільності транспорту, що здійснює доставку руди із кар'єру на дробарно-збагачувальне виробництво, призводить до збільшення коливань її якості [68]. Впродовж багатьох років у ролі основного інструменту зниження коливань якості руди розглядалися усереднювальні склади і бункери. Проте утримання таких систем підвищує собівартість концентрату, в деяких випадках, на величину більшу, ніж зниження собівартості при переробці усередненої сировини. Взагалі стабілізація показників якості рудної сировини за рахунок механічного перемішування обсягів різноякісних руд є вже достатньо вивченим і описаним процесом, що становить сутність усереднення руди. При переході до ринкових відносин, коли перевищення рівня планової собівартості вже не компенсується в ціні продажу, багато підприємств видобувної галузі відмовляються від утримання складів з усереднення. Процеси усереднення та стабілізації якісних показників рудопотоку на ГЗКах Кривого Рогу майже відсутні [84].

Тому особливо актуальною науково-практичною проблемою стає виявлення можливостей зниження коливань якості руди в процесі її транспортування. Вплив обсягів поставок руди на її якість описано, зокрема, в дослідженні [63]. Вплив відстаней транспортування різних видів руд на показники збагачення було досліджено в роботі [85]. Тож основною задачею даного дослідження стає встановлення існування впливу динамічних параметрів транспортування руди з кар'єру до дробарно-збагачувального виробництва на якість руди, вихід концентрату і показники ступеню використання виробничого та економічного потенціалів: обсяг виробництва концентрату і прибуток від його реалізації. Розкрити механізм цього впливу можливо лише методами економіко-математичного моделювання, при цьому доцільно надати перевагу теоретичним розрахункам, порівняно із методами статистичного встановлення залежностей. Проте, оскільки для деяких умов виробництва, існує досить тісний зв'язок між показниками коливання якості руди і показниками використання виробничого потенціалу підприємства, економіко-математичні моделі впливу динамічних параметрів рудопостачання повинні, з одного боку, бути відкритими для доповнення регресійними залежностями, а з іншого – адекватно відображати сутність фізичних і економічних процесів виробництва. Оскільки побудова економіко-математичної моделі здійснюється з метою визначення характеру впливу параметрів рудоподачі на ступінь використання економічного та виробничого потенціалів, за результатами її аналізу постає необхідність визначення факторів, що формують або впливають на формування змінних моделі. Співставлення факторів формування динамічних параметрів рудоподачі із характером їх впливу на ступінь використання потенціалу дозволить розробити

практичні і методичні рекомендації з організації і економічного стимулювання дотримання оптимальних режимів рудопостачання з позицій підвищення ефективності виробничої діяльності гірничо-збагачувального підприємства. Вирішення цієї задачі визначає практичне значення даного дослідження для ефективного використання економічного і виробничого потенціалів гірничорудного підприємства. Не менше практичне значення для менеджерів підприємства має автоматизація розрахунку за даними моделями. В рамках даної роботи автоматичний розрахунок за відповідними моделями і переходи між ними пропонується реалізувати заходами Microsoft Excel, у вигляді модулю системи підтримки прийняття рішень. Весь вищеописаний порядок проведення дослідження представлено схематично на рис. 1.7.



Рисунок 1.7 – Логічна схема дослідження

Основні результати розділу опубліковані в працях авторів [77-79].

РОЗДІЛ 2 МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ДИНАМІКИ РУДОПОСТАЧАННЯ НА ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТУ

2.1 Обґрунтування і вибір змінних моделі впливу динаміки рудоподачі на економічні показники використання потенціалу

Хоча в останнє десятиріччя з'являються наукові роботи, котрі розглядають гірничо-транспортний комплекс (ГТК) як окрему господарську одиницю з перспективою переведення її на підрядний режим робіт [89], це не змінює того факту, що організація роботи промислового транспорту впливає не лише на економічні показники діяльності самого підрозділу, але і на результати виробничої діяльності підприємства, до складу якого цей підрозділ входить, або яке він обслуговує. При цьому через незадовільну роботу транспортного підрозділу, економічні втрати, що виникають на підприємстві, часто в декілька разів перевищують втрати самого підрозділу. Аналіз таких втрат ускладнений тим, що наявні форми обліку і звітності не дозволяють повністю виявити вплив транспортного підрозділу на економічну сторону функціонування підприємства [90]. Організацію поставок руди доцільно обґрунтовувати з позиції економічної ефективності всього гірничо-збагачувального комбінату. На це вперше вказано в дослідженні [85], в якому запропоновано критерій оптимізації формування вантажопотоків з умови економічно ефективної роботи підприємства в цілому. Це є ще однією причиною застосування методів економіко-математичного моделювання для визначення впливу режимів роботи транспортного обладнання на економічні результати діяльності всього підприємства.

В науковій літературі можна зустріти чимало математичних моделей, призначених для вивчення, управління, і оптимізації технологічних процесів кар'єрів. Вибір того чи іншого математичного методу зумовлюється метою дослідження. Для опису вантажопотоків кар'єру застосовуються методи теорії масового обслуговування [91], оскільки вони дозволяють врахувати вплив випадкових факторів. Ці фактори, частково, також можуть бути враховані методами теорії транспортних потоків [92], статистичного [91] та імітаційного моделювання транспортних потоків, що використовується для визначення раціонального співвідношення одиниць різних видів техніки або визначення оптимальних параметрів перевантажувального пункту відповідно [93]. Для виявлення оптимальних періодів проведення планових ремонтів транспортного обладнання застосовуються методи теорії надійності [94]. Під час вибору варіанту розташування пункту перевантаження для кожного з них складається і вирішується задача транспортного типу (метод вивчення операцій), після чого обирається варіант з найменшими витратами при транспортуванні [95]. Для оптимізації оперативного і поточного планування застосовуються методи

лінійного програмування [94-97] і т.д. Аналіз математичних моделей, котрі застосовуються для вирішення задач, пов'язаних з особливостями діяльності ГТК, дозволяє виявити, що більшість описових моделей використовує динамічні параметри, не враховуючи при цьому показники обсягів і якості руди. Ці показники є змінними або параметрами моделей оптимізації.

Зазначимо, що більшість досліджень, присвячених питанням функціонування гірничо-транспортного комплексу зосереджені на проблемі сумісної роботи екскаваторів і автотранспорту (рідше – залізничного транспорту) в ланці «забій – перевантажувальний пункт». При цьому робіт, що досліджували б вплив організації рудопостачання на результати діяльності всього підприємства, і відповідно – на ефективність і ступінь використання його економічного і виробничого потенціалів, проведено не достатньо. Досі не розроблено математичних моделей, що враховуючи обсяги і якість руди, описували б вплив показників динаміки функціонування елементів ГТК на результати діяльності всього підприємства. В деякій мірі показники часу, обсягів і якості руди пов'язують між собою показники ритмічності.

В науковій літературі існувало декілька підходів до визначення терміну «ритмічність» виробництва. При чому науковий плюралізм у визначенні цього поняття підкреслюється у дослідженнях, присвячених питанням визначення і оцінки ритмічності [98-101]. Під ритмічністю виробництва в роботі [102] розуміється ступінь рівномірності випуску продукції в продовж деякого проміжку часу: року, місяця, доби, зміни. Такого ж підходу до розуміння цього терміну притримується автор дослідження [103]. А вже у дослідженні [104] ритмічність розглядають як міру відхилення фактичних обсягів виробництва від обсягів, передбачених планом. Ясність у розуміння поняття «ритмічність» вноситься в економічних дослідженнях [98,105], де під ритмічністю виробничого процесу розуміється точне виконання передбачених планом характеристик цього процесу у кожний проміжок часу, на які ці характеристики встановлено. Виділено поняття рівномірності виробництва, під яким в дослідженні [105] розуміється повторення елементів процесу в кожний проміжок часу у рівному обсязі, або у такому, що безперервно збільшується. Одразу виникає запитання: чому, якщо у визначення включено обсяги, що безперервно збільшуються, під рівномірністю не можна також розуміти поступове і безперервне їх зменшення? Що ж тоді розуміти під термінами рівномірного нарощування або зниження обсягів виробництва? Тому у дефініції рівномірності виробництва, на нашу думку, слід обмежитись лише першою частиною визначення, наданого в роботі [105]. Аналізуючи рівномірність виробництва продукції за обсягами, прийнято порівнювати фактичний обсяг виробництва за проміжок часу з середнім значенням цього обсягу, розрахованими за весь період. При цьому у випадку, якщо місячні плани виробництва розподіляються за днями/зміними рівномірно, оцінка ритмічності або рівномірності виконання місячного завдання співпадуть (звичайно за умови наукової і технічної обґрунтованості виробничих планів).

Це може слугувати поясненням, чому у дослідженнях, що торкаються питань ритмічності або рівномірності роботи видобувних підприємств, ці поняття часто ототожнюються.

За результатами аналізу існуючих наукових підходів до визначення ритмічності в роботі [100] підкреслено різницю у термінах ритмічного випуску продукції і ритмічної роботи підприємства. Показниками першого виду ритмічності є обсяг валової і товарної продукції, а другого – процес використання наявних ресурсів.

Ритмічність роботи підприємства впливає на використання виробничих потужностей і відповідно – на використання потенціалу підприємства. Наслідками неритмічної роботи виробничих підприємств є недовиконання плану, зниження обсягів випуску продукції, ріст втрат від браку, зниження якості продукції, збільшення людино-годин понаднормових робіт і відповідно – перевитрати фонду заробітної плати робітників промислово-виробничого персоналу. Пряма залежність між неритмічністю і перевищенням планових норм витрат палива на одиницю продукції була виявлена для цементних заводів [99]. Все це призводить до збільшення собівартості продукції і втрат прибутку, зниження ефективності використання виробничого і економічного потенціалів підприємства.

Збільшення обсягів переробки руди під кінець місяця з метою виконання плану призводить до збільшення навантажень на обладнання дробарних та збагачувальних фабрик, через що знижується якість продукції, вихід концентрату, а також збільшується вміст заліза в хвостах [105].

Ритмічності і рівномірності роботи ГТК заслуговує особливої уваги, адже простої в роботі цього комплексу одразу призводять до простоїв дробарного, збагачувального та агломераційного виробництв, знижуючи ритмічність випуску продукції всього комбінату. Проте ритмічність роботи цього підрозділу також здійснює вплив на якість руди, що перероблюється, а саме на коливання вмісту основного компоненту. Так, в роботі [106] показано, що збільшення коефіцієнта ритмічності по кількості відпрацьованого транспорту з 0,606 до 0,82 відповідає зниженню дисперсії коливань заліза з 0,019 до 0,0079. В дослідженні [104] була виявлена прямо лінійна залежність усереднення руди, що видобувається від абсолютного числа неритмічності добового видобутку. Це слугує статистичним підтвердженням того, що коливання якості руди залежить від організації видобутку руди і режимів роботи ГТК.

Виявлення всіх вищезгаданих наслідків неритмічної роботи ГЗК через складність виробничого процесу і, відповідно, обліку матеріальних витрат було здійснене статистичними методами досліджень. Це не дозволяє розкрити внутрішню закономірність і механізм дії таких залежностей. У зв'язку з цим, перспективним видається застосування методів економіко-математичного моделювання.

Управління ритмічністю діяльності гірничо-збагачувальних комбінатів і досі представляє практичний та науковий інтерес. В роботі [101]

запропонована система управління ритмічністю роботи гірничо-збагачувального підприємства, але економічний ефект від її провадження досягався лише економією на оплаті понаднормових робіт, вплив ритмічності роботи підприємства на якість залізорудної сировини, існування якого вже було доведено в попередніх дослідженнях, фактично не враховувався.

В наукових роботах, присвячених вивченню впливу ритмічності на показники діяльності підприємства (в тому числі і гірничо-збагачувального), предметом дослідження приймалась добова або змінна аритмічність роботи підприємства або його підрозділів. Проте добова аритмічність є результатом внутрішньо-змінних порушень режиму поставок руди або його організаційної недосконалості. Вплив внутрішньо-змінних режимів поставок руди на її якість і ступінь використання виробничого й економічного потенціалів гірничо-збагачувального підприємства не досліджувався. Виявлення впливу параметрів режиму поставок на коливання якості з наступним розрахунком їх впливу на економічні показники збагачення, як на показники ступеню використання потенціалу підприємства і становить завдання даного розділу.

Колівання якості руди найчастіше оцінюють дисперсією або середньоквадратичним відхиленням вмісту в ній основного компоненту. Оскільки властивості видобутого мінерального продукту змінюються в процесі багатостадійного гірничо-збагачувального виробництва, доцільно розглядати вміст основного компоненту в руді у якості випадкового процесу, як у роботах [71, 107], а не випадкової величини, як в більшості досліджень, присвячених збагаченню рудних корисних копалин. Дисперсія вмісту заліза в руді може бути розрахована на основі функції спектральної щільності. Оскільки в умовах даної задачі доцільно розглядати лише спектр позитивних частот, дисперсія розраховується [108]:

$$D = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} S(\omega) d\omega, \quad (2.1)$$

де D – дисперсія випадкової функції;

$S(\omega)$ – функція спектральної щільності випадкового процесу;

ω – частота, Гц.

Розглянемо докладніше випадковий процес зміни якісних характеристик рудопотоку, який схематично представлений на рис 2.1. Якість формується на всіх етапах виробничого процесу, проте у випадку, коли технологією не передбачено усереднення руди, найбільша частка коливань якості формується гірничо-транспортним комплексом.

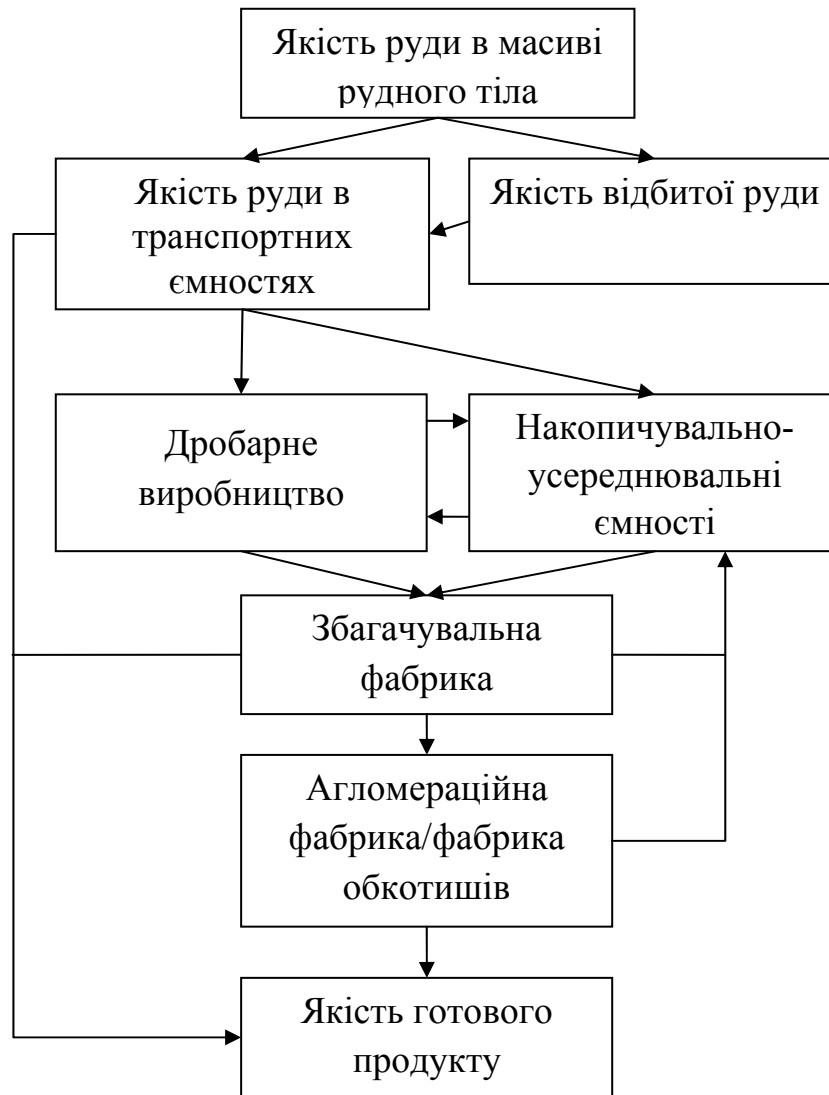
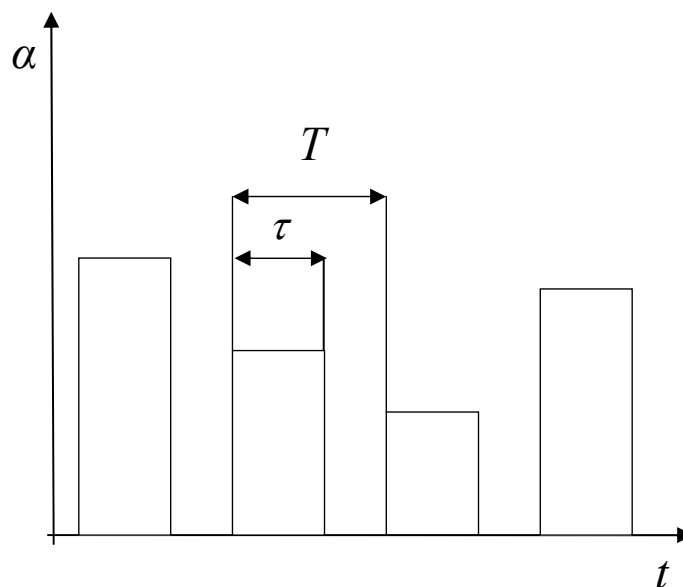


Рисунок 2.1 - Схема трансформації якості рудної сировини

У такому разі, в якості випадкового процесу, дисперсія якого впливає на показники збагачення, необхідно розглядати процес подачі руди на дробарно-збагачувальне виробництво. На більшості ГЗКів Кривого Рогу подача руди на дробарно-збагачувальний переділ здійснюється залізничним транспортом [47]. У якості транспортних ємностей при транспортуванні руди залізничними шляхами використовуються думпкари. Інтервал між вивантаженням двох думпкарів одного тягового агрегату не перевищує декількох хвилин. Тож для аналізу випадкового процесу подачі руди використаємо групування – укрупнення вимірювальних ємностей. Такий підхід часто застосовується при розрахунку показників експлуатації гірничо-транспортного обладнання [109]. Будемо розглядати кожну партію руди в обсязі суми вантажу всіх думпкарів одного тягового агрегату як одиничну поставку. Для виявлення впливу внутрішньо-змінного режиму роботи ГТК на вихід концентрату і на економічні показники діяльності підприємства (а, відповідно, і на ступінь використання

потенціалів) визначимо показники роботи транспорту, що будуть факторним змінними. Це вже не можуть бути показники ритмічності поставок, адже план по обсягам поставок встановлюється по обсягам взагалі. З іншого боку, раніше вже зазначалось щодо перспективи встановлення впливу параметрів часу на показники збагачення, тож у якості факторів впливу на вихід концентрату з руди доцільно обрати періодичність та тривалість подачі руди на дроблення.

У відповідності до такого підходу, описаний вище випадковий процес зміни якісних характеристик рудоподачі при надходженні його на дроблення можна представити у вигляді імпульсного випадкового процесу [110]. Під імпульсним процесом мається на увазі послідовність імпульсів, параметри яких залишаються невідомими [111]. У відповідності до цієї методики представимо випадковий процес $\alpha(t)$ зміни вмісту заліза в рудопотоці, що надходить з кар'єру на дробарну фабрику (рис. 2.2).



T – період подачі руди; α – середній вміст корисного компонента; τ – тривалість подачі руди

Рисунок 2.2 - Імпульсний процес подачі руди з кар'єру до фабрики дроблення

Зазначимо, що в найбільш загальному вигляді параметрами спектральної щільності імпульсного випадкового процесу є амплітуда, тривалість і момент виникнення імпульсу [111]. Тобто при зведенні спектральної щільності якості руди, що надходить з кар'єру до спектральної щільності імпульсного випадкового процесу, можна визначити вплив динамічних параметрів рудопостачання на дисперсію вмісту основного компонента в руді (див.ф.2.1).

Обрані показники ступеню використання виробничого і економічного потенціалів підприємства залежать від виходу концентрату з руди, а на нього, в свою чергу, впливає дисперсія якості руди, що визначається в тому числі і

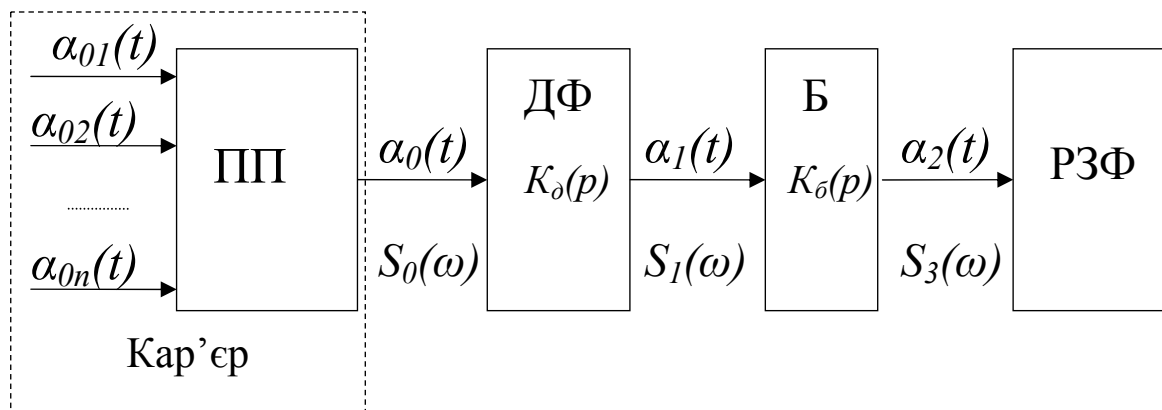
"

динамікою рудоподачі, тож за допомогою логічного виведення можна дійти висновку, що існує зв'язок між економічними результатами діяльності збагачувальних комбінатів і динамічними параметрами рудоподачі. Постає задача моделювання впливу тривалості і періоду рудопостачання на основні економічні показники діяльності збагачувального підприємства – дохід, собівартість і прибуток, з подальшим виявленням механізму формування динамічних параметрів з метою керуючого впливу на них.

2.2 Розробка і аналіз економіко-математичної моделі впливу динамічних параметрів процесу подачі руди на економічні показники діяльності підприємства

2.2.1 Економіко-математичне моделювання впливу динамічних параметрів процесу подачі руди на ступінь і ефективність використання виробничого потенціалу гірничо-збагачувального підприємства

Середній вміст заліза в руді і його дисперсія представляють з себе по суті, – числові характеристики випадкового процесу перетворення якісних характеристик руди в процесі гірничо-збагачувального виробництва. Розглянемо цей процес більш докладно. Якість руди формується протягом всього технологічного ланцюга рудопідготовки. У спрощеному вигляді, типова для гірничо-збагачувальних комбінатів структурна схема перетворення якісних характеристик руди по технологічним переділам представлена на рис. 2.3.



$\alpha_{0i}(t)$ – випадковий процес зміни якісних характеристик руди на виході i -ого блоку, де $i=1,..n$, n – кількість кар'єрних блоків, ПП – пункт перевантаження, ДФ – дробарна фабрика, Б – бункер рудозбагачувальної фабрики, РЗФ – рудозбагачувальна фабрика, $\alpha_l(t)$ – випадковий процес зміни якісних характеристик руди на виході l -ої технологічної ланки, де $l=1,2,3$, $S_l(\omega)$ – спектральна функція випадкового процесу на виході l -ої технологічної ланки, $K_\delta(p)$ – передаточна функція дробарної фабрики; $K_\delta(p)$ – передаточна функція бункеру.

Рисунок 2.3 - Схема перетворення якості рудопотоку

Технологічні ланки слугують свого роду перетворювачами, що поетапно перетворюють випадковий за природою процес вмісту основного компоненту в руді $\alpha(t)$. Зазначимо, що під якістю руди в даному випадку, будемо розуміти рівень його символізуючого показника – вмісту заліза в рудній сировині. Відповідно, для характеристики випадкового процесу зміни якості руди будемо використовувати функцію спектральної щільності вмісту основного компоненту. З послідовного з'єднання технологічних ланок на рис. 2.3 стає очевидним, що спектральна щільність випадкового процесу на виході однієї технологічної ланки є спектральною щільністю на вході наступної.

Описаний вище випадковий процес зміни якісних характеристик рудопотоку при надходженні його на різні технологічні етапи можна представити у вигляді імпульсного випадкового процесу з випадковою амплітудою і невідповідним періодом. У відповідності до цієї методики спробуємо розглянути випадковий процес $\alpha(t)$ зміни вмісту заліза в рудопотоці, що надходить з кар'єру на дробарну фабрику.

Представивши, що період подачі T і її тривалість τ не є випадковими величинами, спектральну щільність (енергетичний спектр) вмісту заліза в руді на виході кар'єру можна описати наступною функцією спектральної щільності імпульсного процесу [111]:

$$S_0(\omega) = \frac{2\tau^2}{T} \frac{\sin^2 \frac{\omega\tau}{2}}{\left(\frac{\omega\tau}{2}\right)^2} \left[\sigma^2 + \frac{2\pi}{T} \alpha^2 \sum_{r=-\infty}^{\infty} \delta\left(\omega - \frac{2\pi r}{T}\right) \right], \quad (2.2)$$

$$\delta(x) = \frac{du(x)}{dx}, \quad u(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0. \end{cases} \quad (2.3)$$

де $u(x)$ – одиничний стрибок,

σ – середньоквадратичне відхилення амплітуди імпульсів,

α – середня амплітуда імпульсів (середній вміст магнетитового заліза в руді).

Проте отриманої підстановкою формули (2.2) в (2.1) дисперсії недостатньо для розрахунку зниження собівартості концентрату. Це пов'язано з тим, що якісні характеристики руди, в тому числі і внутрішньо змінні коливання якості, змінюються в процесах наступної, перед збагаченням рудопідготовки: дроблення на дробарній фабриці і завантаження в накопичувальні бункера збагачувальної фабрики (див. рис. 2.3).

"

Нагадаємо, що при аналізі проходження випадкового процесу (зміна якості залізородної сировини) через декілька послідовних перетворювачів (технологічні ланки) зручніше користуватись апаратом передаточних функцій і амплітудно-частотних характеристик, що дозволяють співвіднести спектральну щільність процесу на виході перетворювача зі спектральною щільністю на його вході:

$$S_l(\omega) = |K_l(i\omega)|^2 S_{l-1}(\omega), \quad (2.4)$$

де $S_l(\omega)$ – спектральна функція на виході технологічної ланки l ;

$K_l(i\omega)$ – частотна передаточна функція технологічної ланки l ;

i – уявна одиниця;

$|K_l(i\omega)|$ – амплітудно-частотна характеристика технологічної ланки l ;

$S_{l-1}(\omega)$ – спектральна функція на вході технологічної ланки l .

В рамках даного дослідження, будемо розглядати дробарку фабрику як аперіодичну стійку ланку з запізненням, тож згідно з [112] передаточна функція і амплітудно-частотна характеристика дробарної фабрики матимуть наступний вигляд:

$$K_\delta(p) = \frac{k_1 k_2}{t_1 p + 1} \cdot e^{-pt_2}, \quad (2.5)$$

$$|K_\delta(i\omega)| = \frac{k_1 k_2}{\sqrt{t_1^2 \omega^2 + 1}}, \quad (2.6)$$

де p – оператор Лапласа;

t_1 – постійна часу;

t_2 – період запізнення початку перехідного процесу;

k_1, k_2 – коефіцієнти перетворення відповідно для аперіодичної складової і складової запізнення, $k_{1,2}=1$. Постійна часу для амплітудно-частотної функції $t_1 = 3$ год.

Відповідно до роботи [47], передаточна функція і амплітудно-частотна характеристика для бункеру матимуть вигляд:

$$K_\theta(p) = \frac{1}{T_\theta p + 1}, \quad (2.7)$$

$$|K_\theta(i\omega)| = \frac{1}{\sqrt{T_\theta^2 \omega^2 + 1}}, \quad (2.8)$$

де T_6 – постійна часу бункеру (6 годин).

Маючи частотні характеристики кожної технологічної ланки, достатньо знати функцію спектральної щільності на вході першої з них, щоб за допомогою формули (2.4) описати спектральну щільність на виході останнього технологічного процесу. В даному випадку, нас цікавить дисперсія коливань вмісту магнетитового заліза в руді перед подачею її на збагачення. Для цього постає необхідність встановлення залежностей спектральної щільності на вході технологічної лінії збагачення від спектральної щільності вмісту заліза в руді на початку технологічного ланцюга рудопідготовки. Функція спектральної щільності на вході лінії збагачення відповідає функції спектральної щільності на виході накопичувальних бункерів збагачувальної фабрики:

$$S(\omega) = S_0(\omega) \cdot |K_0(i\omega)K_6(i\omega)|^2, \quad (2.9)$$

де $S(\omega)$ – функція спектральної щільності на виході накопичувальних бункерів збагачувальної фабрики;

$S_0(\omega)$ – функція спектральної щільності вмісту заліза в руді на виході кар'єру.

Функція спектральної щільності випадкового процесу зміни якісних характеристик руди на вході лінії збагачення може бути використана для розрахунку дисперсії коливань якості (ф.2.1). Якщо до формули (2.1) підставити функцію спектральної щільності (2.9), отримаємо дисперсію вмісту заліза в руді при подачі її на збагачення. Тобто дисперсія опосередковано, через інші функції, залежить від динамічних параметрів рудоподачі. Характер цього впливу важко встановити аналітично, проте його легко встановити шляхом аналізу графіка, на якому у якості функції приймається значення дисперсії, отримане для різних пар значень тривалості та періоду подачі. Цей графік представлено на рис. 2.4. Діапазон зміни тривалості подачі руди τ – від 600 с. (10 хв.) до 1800 с. (30 хв.). Діапазон зміни періоду подачі руди T – від 1500 с. (25 хв.) до 7200 с. (2 год.).

Для більшої наглядності залежності дисперсії від динамічних параметрів рудоподачі, на графіку на рисунку 2.5 представлено вплив періоду подачі на дисперсію при фіксованих значеннях тривалості подачі. Так само, вплив тривалості подачі при фіксованих значеннях періоду представлено на графіку на рис.2.6.

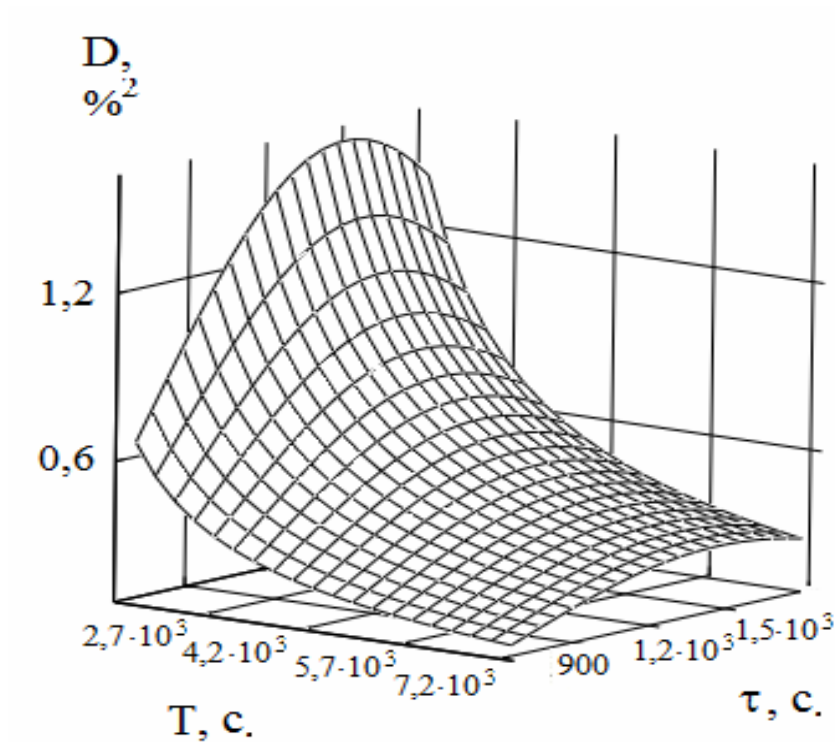
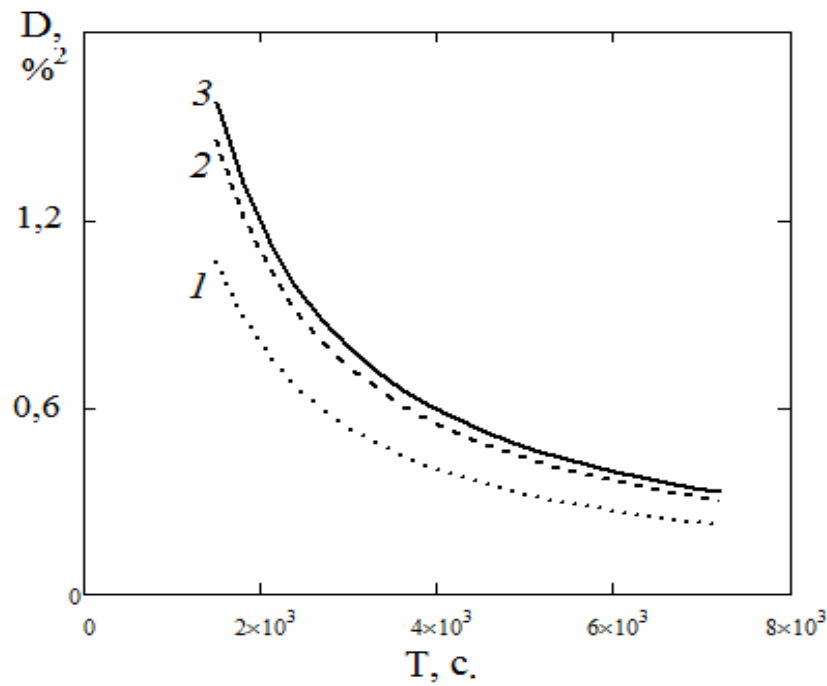
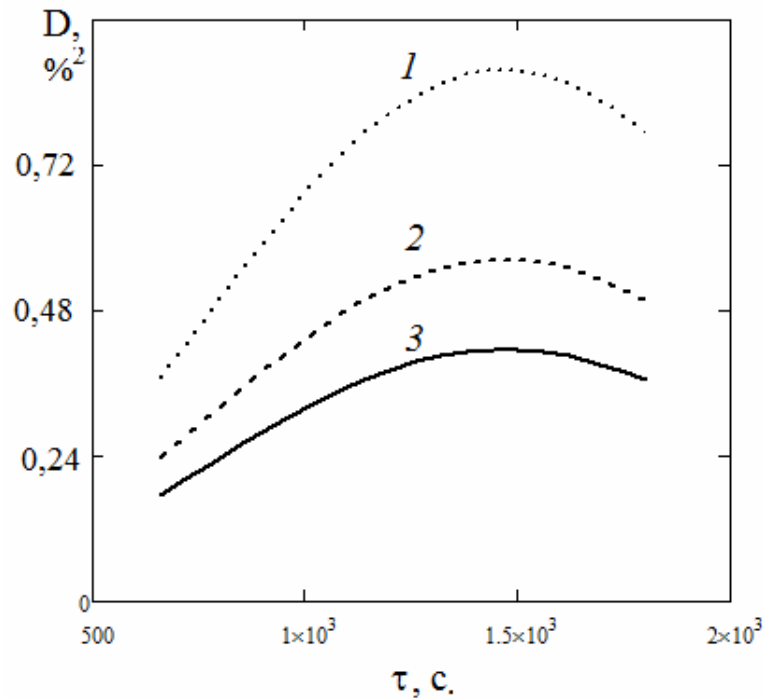


Рисунок 2.4 - Тривимірний графік впливу динамічних параметрів рудоподачі на дисперсію вмісту заліза в руді



1 – розрахований вплив періоду подачі на дисперсію при $\tau = 900$ с.(15 хв.); 2 -//- при $\tau = 1200$ с.(20 хв.); 3 -//- при $\tau = 1500$ с.(25 хв.)

Рисунок 2.5 - Вплив періоду подачі руди на дисперсію вмісту заліза в руді



1 – розрахований вплив тривалості подачі на дисперсію при $T = 2700$ с.(45 хв.); 2 – -//- при $T = 4200$ с.(70 хв.); 3 – -//- при $T = 5700$ с.(95 хв.).

Рисунок 2.6 - Вплив тривалості подачі руди на дисперсію вмісту заліза в руді

З графіків на рис. 2.4-2.6 видно, що дисперсія коливань вмісту заліза в руді обернено пропорційна періоду подачі руди, в той час, як її залежність від тривалості подачі руди має нелінійний характер з екстремумом.

Для розрахунку впливу коливань якості заліза на вихід концентрату використаємо методику, запропоновану в роботі [46]:

1) Визначення коефіцієнту відносного зниження коливань вмісту заліза в руді:

$$k^2 = \frac{D_{ij}}{D_{\alpha,u}}, \quad (2.10)$$

де $D_{\alpha,u}$ – дисперсія вмісту заліза в перероблюваній руді, що відповідає реалізованому режиму роботи обладнання і приймається в якості бази порівняння;

D – дисперсія вмісту заліза в перероблюваній руді, що відповідає можливому зниженню коливань вмісту заліза в руді.

2) Визначення витягу заліза в концентрат:

$$\varepsilon = 1 - k_i^2(1 - \varepsilon_u), \quad (2.11)$$

де ε_u – витяг заліза в концентрат, що відповідає реалізованому режиму роботи обладнання і приймається в якості бази порівняння;
 ε – витяг заліза в концентрат, що відповідає коефіцієнту відносного зниження коливань вмісту заліза k .

3) Визначення виходу концентрату з руди:

$$\gamma = \frac{\alpha \varepsilon k_\zeta}{\beta} , \quad (2.12)$$

де k_ζ – коефіцієнт захвату немагнітного заліза.

Вміст заліза в концентраті при розрахунках по формулах (2.10)-(2.12) приймається за константу.

У якості показника ступеню використання виробничого потенціалу в даній роботі прийнято обсяг товарної продукції, для його визначення достатньо помножити обсяг переробки руди на вихід концентрату:

$$Q_k = Q_p \gamma , \quad (2.13)$$

де Q_k – обсяг виробництва концентрату, т.,

Q_p – обсяг переробки руди, т.

Описаний вище механізм визначення впливу динамічних параметрів рудоподачі на ступінь використання виробничого потенціалу передбачає послідовний розрахунок значень функцій для кожної пари значень показників і не може бути виражений однією формулою. Можна сказати, що описана модель впливу динамічних параметрів рудоподачі на ступінь використання виробничого потенціалу базується на залежності, заданій алгоритмічно. Такі моделі досі рідко застосовуються в економіці, вони знайшли своє застосування при побудові прогнозу [113]. Вся вищеперерахована послідовність встановлення зв'язку між динамічними параметрами рудоподачі і обсягом виробництва концентрату представлена на рис. 2.7 у вигляді алгоритмічної економіко-математичної моделі.

Визначити вплив дисперсії вмісту заліза в руді на вихід концентрату можна також на основі регресійної залежності, розрахованої шляхом обробки статистичних даних показників збагачення, у випадку якщо отримана регресійна залежність має високе значення кореляції дисперсії і виходу концентрату. Проте при моделюванні краще використовувати теоретичні залежності, адже вид регресії і її коефіцієнти визначаються індивідуально для умов конкретних фабрик.

Представимо графічно вплив динамічних параметрів рудоподачі на обсяг виробництва концентрату. Із річного звіту генерального директору Інгулецького ГЗК за 2011 [114] відомо деякі техніко-економічні показники, необхідні у якості констант для розрахунку впливу динамічних параметрів

рудоподачі на обсяг виробництва концентрату за алгоритмічною моделлю. Дані у звіті надано у найбільш загальному вигляді, а період, за який ці дані надано, складає рік. Тому слід розуміти, що аналіз саме цих даних необхідний для загальної наближеності до умов гірничо-збагачувального підприємства, і на даному етапі дослідження використовуються для виявлення характеру закономірностей.

Етап 1. Визначення діапазону значень змінних моделі і кроку їх зміни
$\tau_i = \tau_{min} + (1-i) L, i=1, \dots, n,$ $T_j = T_{min} + (1-j) K, j=1, \dots, m.$ <p>де n- кількість значень змінної τ, τ_{min}- мінімальне значення τ в діапазоні, L – крок зміни значення змінної τ в діапазоні, m- кількість значень змінної T, T_{min}- мінімальне значення T в діапазоні, K – крок зміни значення змінної T в діапазоні</p>
Етап 2. Розрахунок дисперсії якості руди перед подачею її на збагачення
$D_{ij} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} S_{ij}(\omega) d\omega$ – дисперсія, що відповідає i -тому значенню τ і j -му значенню T . $S_{ij}(\omega) = S_{0ij} \cdot K_{\sigma}(i\omega)K_{\tau}(i\omega) ^2,$ $S_{0ij}(\omega) = \frac{2\tau_i^2 \sin^2 \frac{\omega\tau_i}{2}}{T_j (\frac{\omega\tau_i}{2})^2} \left[\sigma^2 + \frac{2\pi}{T_j} \alpha^2 \sum_{r=-\infty}^{\infty} \delta\left(\omega - \frac{2\pi r}{T_j}\right) \right], \quad \delta(x) = \frac{du(x)}{dx},$ $u(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0, \end{cases} \quad K_{\sigma}(i\omega) = \frac{k_1 k_2}{\sqrt[2]{t_1^2 \omega^2 + 1}}, \quad K_{\tau}(i\omega) = \frac{1}{\sqrt[2]{T_{\sigma}^2 \omega^2 + 1}}.$
Етап 3. Вибір значення дисперсії що приймається в якості бази порівняння
$D_{\alpha,u} = \max\{D_{1,1}, \dots, D_{nm}\}$
Етап 4. Розрахунок виходу концентрату
$k_{ij}^2 = \frac{D_{ij}}{D_{\alpha,u}}, \quad \varepsilon_{ij} = 1 - k_{ij}^2 (1 - \varepsilon_u), \quad \gamma_{ij} = \frac{\alpha \varepsilon_{ij} k_{\varepsilon}}{\beta}.$
Етап 5. Розрахунок обсягу виробництва концентрату
$Q_{\kappa ij} = Q_p \gamma_{ij}$

Рисунок 2.7 - Алгоритмічна модель впливу динамічних параметрів рудоподачі на ступінь використання виробничого потенціалу підприємства

Обсяг переробки руди до концентру склав 36526,7 тис. т., вміст загального заліза в руді – 32,65 %, магнетитового – 23,72%, вміст заліза в концентраті приймемо рівним 63,7%. Тривимірний графік залежності річного обсягу виробництва концентрату від двох змінних: періоду і тривалості подачі руди, побудований на основі алгоритмічної моделі представлено на рис. 2.8.

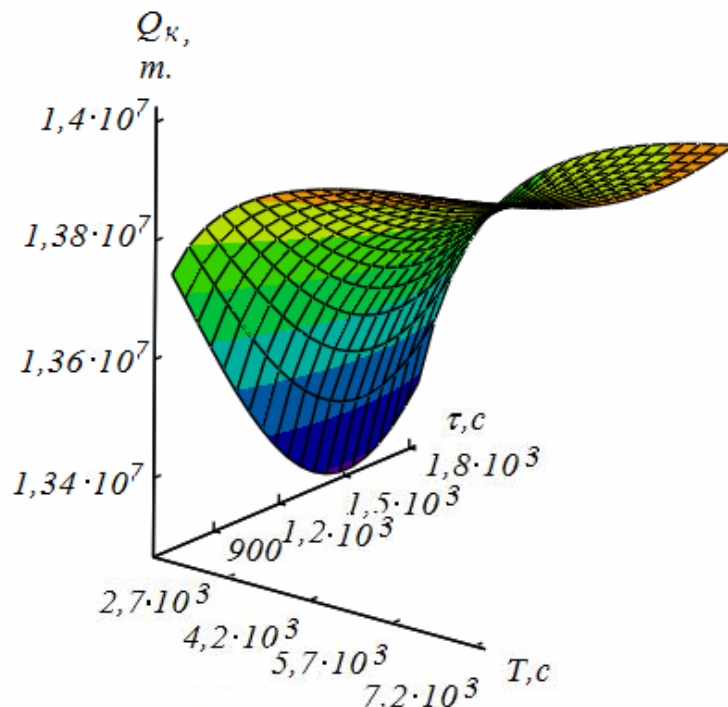
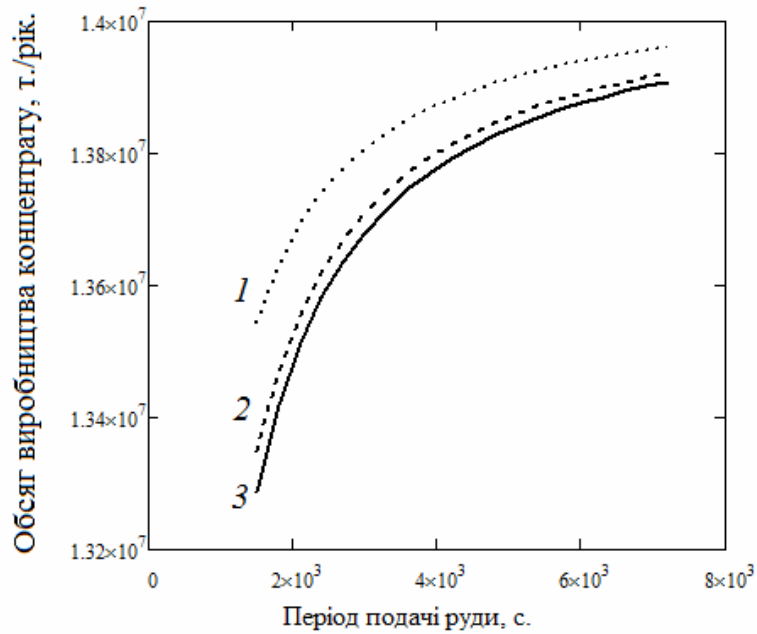


Рисунок 2.8 - Тривимірний графік впливу динамічних параметрів рудоподачі на річний обсяг виробництва залізорудного концентрату

Вплив періоду подачі при фіксованих значеннях її тривалості представлено на графіку на рис.2.9.

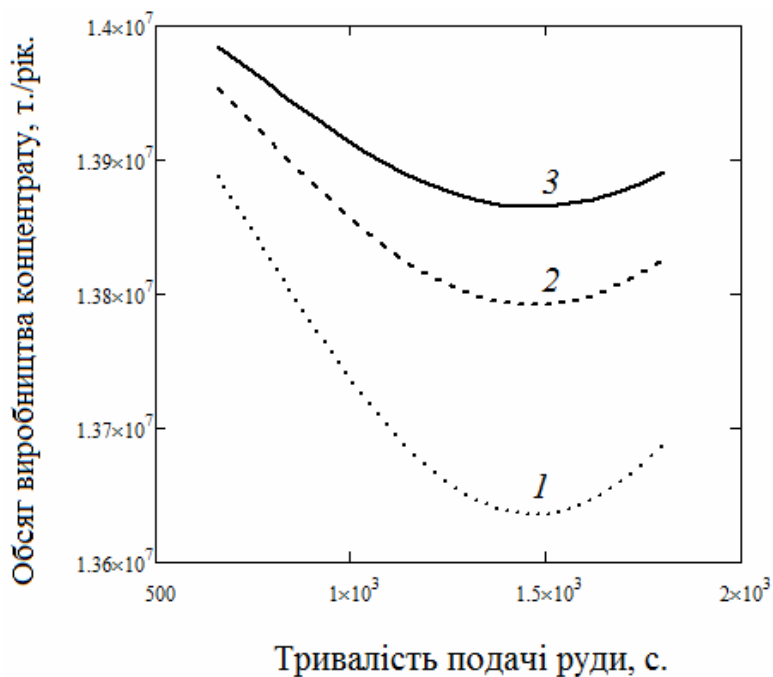
З графіків на рис. 2.8-2.9 видно, що обсяг виробництва залізорудного концентрату прямо пропорційний періоду подачі руди. Проте, ця залежність має нелінійний характер. З графіку на рис.2.9 може скластись враження, що зі збільшенням тривалості подачі знижується обсяг виробництва. Для аналізу характеру впливу тривалості подачі руди на ступінь використання виробничого потенціалу підприємства необхідно побудувати двомірний графік залежності обсягу виробництва концентрату для декількох фіксованих значеннях періоду подачі руди. Відповідний графік наведено на рис. 2.10.

З графіків 2.8 і 2.10 видно, що вплив тривалості подачі руди на річний обсяг виробництва концентрату має нелінійний характер з екстремумом. Для обраного діапазону значень змінних збільшення тривалості подачі призводить до поступового зменшення річного обсягу виробництва концентрату до певного рівня, після досягнення якого починається поступове збільшення показника випуску. На наведених вище графіках видно, що за рахунок зміни динамічних параметрів рудоподачі можливо підвищити річний обсяг виробництва концентрату на 5,28 %.



1 – розрахований вплив періоду подачі на річний обсяг виробництва концентрату при $\tau = 900$ с.(15 хв.); 2 – -//- при $\tau = 1200$ с.(20 хв.); 3 – -//- при $\tau = 1500$ с.(25 хв.).

Рисунок 2.9 - Вплив періоду подачі руди на річний обсяг виробництва концентрату



1 – розрахований вплив тривалості подачі на річний обсяг виробництва концентрату при $T = 2700$ с.(45 хв.); 2 – -//- при $T = 4200$ с.(70 хв.); 3 – -//- при $T = 5700$ с.(95 хв.).

Рисунок 2.10 - Вплив тривалості подачі руди на річний обсяг виробництва концентрату

Можна зробити висновок, що збільшенням періоду подачі руди на дроблення можна досягти підвищення ступеню використання виробничого потенціалу гірничо-збагачувального підприємства. З іншого боку, зміна тривалості подачі руди потребує попередніх розрахунків і економічного обґрунтування, адже залежність виробничого потенціалу від цього динамічного параметру має нелінійний характер з екстремумом. Залежності, зображені на графіках на рис.2.8-2.10 розраховувались при постійному значенні обсягу переробки руди. Збільшення обсягу виробництва концентрату при сталих виробничих витратах і обсягах переробки руди є свідченням підвищення ефективності використання виробничого потенціалу гірничо-збагачувального комплексу. Це вказує на те, що впливаючи на динамічні параметри рудоподачі можна досягти підвищення ступеня і ефективності використання виробничого потенціалу гірничо-збагачувального підприємства.

2.2.2 Економіко-математичне моделювання впливу динамічних параметрів процесу подачі руди на ступінь і ефективність використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства

Хоча у розділі I даної роботи вже відмічався однозначний зв'язок економічного і виробничого потенціалів гірничо-збагачувального підприємства, а у попередньому підпункті був змодельований вплив динамічних параметрів рудоподачі на ступінь і ефективність використання останнього, моделювання такого впливу на економічні показники збагачення є окремою задачею. Її вирішенню і присвячений даний підрозділ. Для кращого розуміння механізму впливу динамічних параметрів рудопостачання на ефективність використання економічного потенціалу підприємства, змодельуємо вплив цих факторних ознак на показники собівартості, доходу, а також прибутку підприємства.

Економіко-математичне моделювання впливу динамічних параметрів процесу подачі руди на виробничу собівартість концентрату.

Специфіка розрахунку виробничої собівартості концентрату полягає в тому, що підприємство несе фактичні витрати під час видобутку, транспортування і переробки руди (при цьому враховуються і витрати на виймання, транспортування та складування пустих порід), в той час, як кінцевим продуктом підприємства є залізорудний концентрат. Аналіз досліджень, присвячених економіці збагачення руд, проведений в першому розділі даної роботи, показує, що виробничу собівартість концентрату можна представити як відношення сукупності витрат на видобуток, транспортування, дроблення і переробки 1 т. руди до концентрату до виходу концентрату.

Оскільки динамічні параметри рудоподачі впливають на вихід концентрату з руди, з формули (1.16) стає очевидним, що зі збільшенням виходу знижується виробнича собівартість 1 т. залізорудного концентрату. Оскільки вплив динамічних параметрів на вихід концентрату вже

змодельований, в попередньому підпункті (див. етапи 1-4 рис.2.7.), достатньо адаптувати вже існуючу алгоритмічну модель впливу динамічних параметрів рудоподачі на ступінь використання виробничого потенціалу підприємства і п'ятим етапом моделювання визначити розрахунок виробничої собівартості 1 т. концентрату. Алгоритмічна модель впливу динамічних параметрів рудоподачі на собівартість концентрату представлена на рис.2.11.

Етап 1. Визначення діапазону значень змінних моделі і кроку їх зміни
$\tau_i = \tau_{min} + (1-i) L, \quad i=1, \dots, n,$ $T_j = T_{min} + (1-j) K, \quad j=1, \dots, m.$
де n - кількість значень змінної τ , τ_{min} - мінімальне значення τ в діапазоні, L – крок зміни значення змінної τ в діапазоні, m - кількість значень змінної T , T_{min} - мінімальне значення T в діапазоні, K – крок зміни значення змінної T в діапазоні
Етап 2. Розрахунок дисперсії якості руди перед подачею її на збагачення
$D_{ij} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} S_{ij}(\omega) d\omega$ – дисперсія, що відповідає i -тому значенню τ і j -му значенню T .
$S_{ij}(\omega) = S_{0ij} \cdot K_\sigma(i\omega)K_\delta(i\omega) ^2,$
$S_{0ij}(\omega) = \frac{2\tau_i^2 \sin^2 \frac{\omega\tau_i}{2}}{T_j \left(\frac{\omega\tau_i}{2}\right)^2} \left[\sigma^2 + \frac{2\pi}{T_j} \alpha^2 \sum_{r=-\infty}^{\infty} \delta\left(\omega - \frac{2\pi r}{T_j}\right) \right], \quad \delta(x) = \frac{du(x)}{dx},$
$u(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0, \end{cases} \quad K_\sigma(i\omega) = \frac{k_1 k_2}{\sqrt{t_1^2 \omega^2 + 1}}, \quad K_\delta(i\omega) = \frac{1}{\sqrt{T_\delta^2 \omega^2 + 1}}.$
Етап 3. Вибір значення дисперсії що приймається в якості бази порівняння
$D_{\alpha,u} = \max\{D_{1,1}, \dots, D_{nm}\}$
Етап 4. Розрахунок виходу концентрату
$\gamma_{ij} = \frac{\alpha \varepsilon_{ij} k_\varepsilon}{\beta}, \quad \varepsilon_{ij} = 1 - k_{ij}^2 (1 - \varepsilon_u), \quad k_{ij}^2 = \frac{D_{ij}}{D_{\alpha,u}}.$
Етап 5. Розрахунок собівартості 1т. концентрату
$C_{ij} = \frac{C_p}{\gamma_{ij}}$

Рисунок 2.11 - Алгоритмічна модель впливу динамічних параметрів рудоподачі на собівартість концентрату

Так само, як і механізм визначення впливу динамічних параметрів рудоподачі на обсяг виробництва продукції, модель впливу цих показників на собівартість концентрату передбачає послідовний розрахунок значень функцій і показників і не може бути виражений однією формулою. Розрахуємо вплив динамічних параметрів рудоподачі на виробничу собівартість 1 т. залізорудного концентрату. Для зручності використаємо той самий діапазон значень змінних, а також вхідних констант моделі. Вплив розраховано для значення $C_p=110$ грн. і представлено на рисунку 2.12. Залежність собівартості від періоду подачі при фіксованих значеннях тривалості подачі представлена на рис. 2.13. Так само, вплив тривалості подачі при фіксованих значеннях періоду представлено на графіку на рис.2.14.

З графіків на рис. 2.12 - 2.14 видно, що виробнича собівартість 1 т. залізорудного концентрату обернено пропорційна періоду подачі руди. Вплив тривалості подачі на виробничу собівартість 1 т. концентрату має нелінійний характер з екстремумом: при збільшенні тривалості подачі значення собівартості росте до досягнення ним певного рівня, після якого поступово спадає. На наведених вище графіках видно, що за рахунок зміни динамічних параметрів рудоподачі можна знизити собівартість 1 т. концентрату з 304 грн./т. до 287 грн./ т. або на 5,6 %.

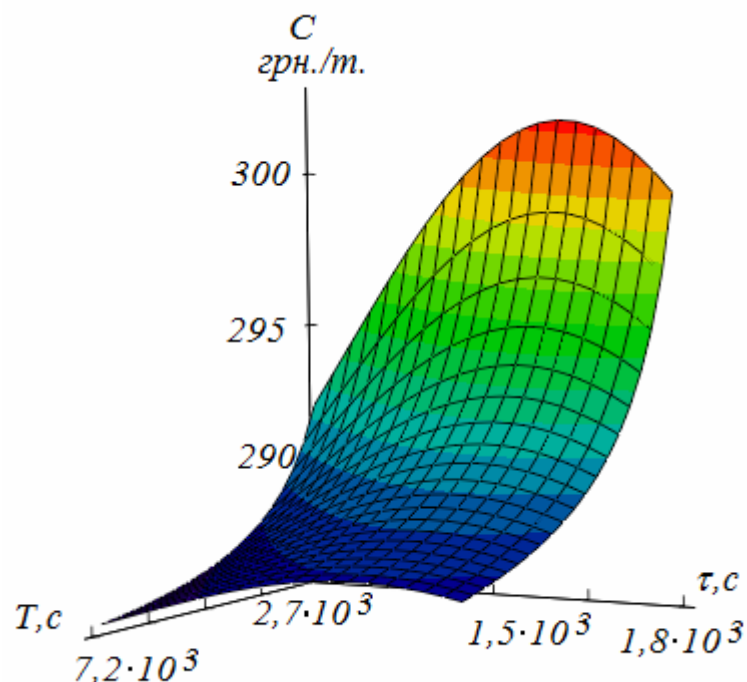
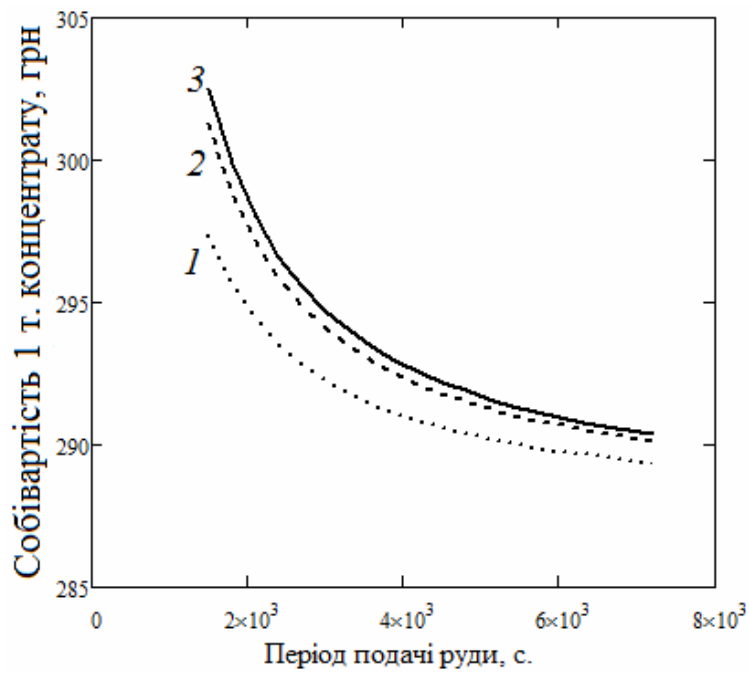
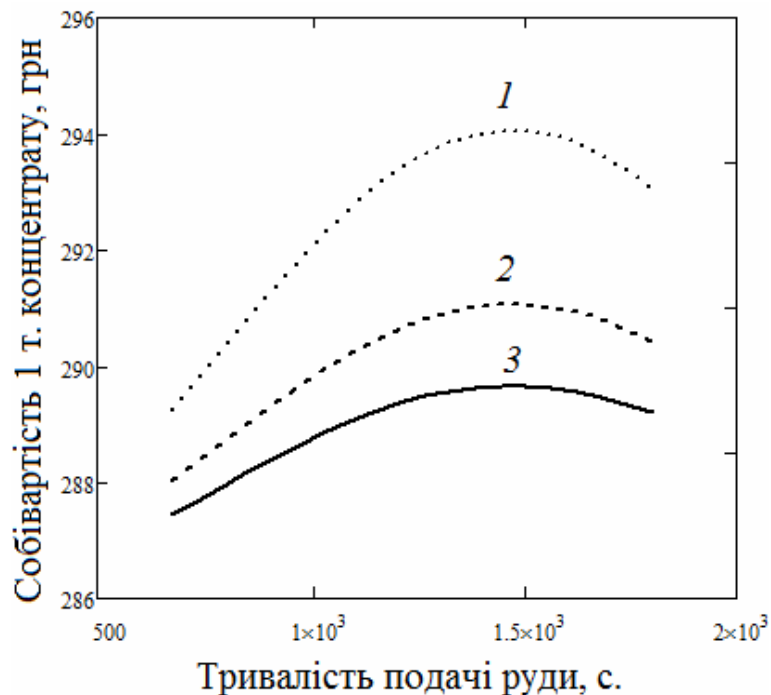


Рисунок 2.12 - Тривимірний графік впливу динамічних параметрів рудо подачі на виробничу собівартість 1 т. залізорудного концентрату



1 – розрахований вплив періоду подачі на собівартість при $\tau = 900$ с.(15 хв.); 2 – -//- при $\tau = 1200$ с.(20 хв.); 3 – -//- при $\tau = 1500$ с.(25 хв.)

Рисунок 2.13 - Вплив періоду подачі руди на виробничу собівартість 1 т. концентрату



1 – розрахований вплив тривалості подачі на собівартість при $T = 2700$ с.(45 хв.); 2 – -//- при $T = 4200$ с.(70 хв.); 3 – -//- при $T = 5700$ с.(95 хв.).

Рисунок 2.14 - Вплив тривалості подачі руди на виробничу собівартість 1 т. концентрату

Економіко-математичне моделювання впливу динамічних параметрів процесу подачі руди на чистий дохід підприємства від реалізації концентрату.

Як було продемонстровано в першому розділі даної роботи, ринкова ціна концентрату як при нормативно-параметричному, так і при пропорційному методі ціноутворення завжди залежить від його якості. Оскільки вплив прийнятого методу ціноутворення на економічні показники діяльності вже описано в роботі [45], немає необхідності заглиблюватись в такий аналіз. Для побудови економіко-математичної моделі впливу динамічних параметрів процесу подачі руди на чистий дохід підприємства від реалізації концентрату використаємо пропорційний метод ціноутворення:

$$u_n = u_0 \beta_n, \quad (2.14)$$

де u_n – ціна 1 т. концентрату, грн./т.,

u_0 – ціна одного відсотку заліза в тоні концентрату, грн./т.

Як вже зазначалось, контрактні ціни за один відсоток заліза в концентраті ні гірничо-збагачувальними, ні металургійними підприємствами не афішуються. При цьому вони динамічно змінюються в залежності від ситуації на ринку. Для даного дослідження оберемо значення ціни 1% заліза в концентраті, розраховану на основі річної звітності Інгулецького ГЗКу за даними про вартість і обсяг виготовленого за рік концентрату, вміст заліза в концентраті приймемо на рівні 63,75%. Ціну одного відсотка заліза в концентраті приймемо на рівні 15 грн.

Враховуючи, що якість концентрату піддається впливу коливань якості руди, її можна представити як функцію коливань заліза в руді, а чистий дохід підприємства від реалізації концентрату складе:

$$D = \beta(D) \cdot u_0 \cdot Q_k, \quad (2.15)$$

Значення вмісту заліза в руді $\beta(D)$ розраховується за регресійною залежністю, виявленою для умов конкретного комбінату. Вміст заліза в концентраті, так само, як і при розрахунку виходу концентрату можна було б прийняти за константу. Але оскільки із зниженням дисперсії вмісту основного компоненту в руді вміст заліза в концентраті підвищується, для більш повної демонстрації впливу динамічних параметрів рудоподачі на економічний потенціал підприємства, доцільно врахувати таку залежність. При розрахунку виходу концентрату (етап 4 алгоритмічної моделі) рівень вмісту заліза в концентраті залишиться на базовому рівні. Економіко-математична модель впливу динамічних параметрів процесу подачі руди на чистий дохід підприємства від реалізації концентрату також буде алгоритмічною моделлю, що представлена на рис. 2.15.

Етап 1. Визначення діапазону значень змінних моделі і кроку їх зміни
$\tau_i = \tau_{min} + (1-i) L, i=1, \dots, n,$ $T_j = T_{min} + (1-j) K, j=1, \dots, m.$ <p>де n- кількість значень змінної τ, τ_{min}- мінімальне значення τ в діапазоні, L – крок зміни значення змінної τ в діапазоні, m- кількість значень змінної T, T_{min}- мінімальне значення T в діапазоні, K – крок зміни значення змінної T в діапазоні</p>
Етап 2. Розрахунок дисперсії якості руди перед подачею її на збагачення
$D_{ij} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} S_{ij}(\omega) d\omega$ – дисперсія, що відповідає i -тому значенню τ і j -му значенню T . $S_{ij}(\omega) = S_{0ij} \cdot K_{\sigma}(i\omega)K_{\sigma}(i\omega) ^2,$ $S_{0ij}(\omega) = \frac{2\tau_i^2 \sin^2 \frac{\omega\tau_i}{2}}{T_j \left(\frac{\omega\tau_i}{2}\right)^2} \left[\sigma^2 + \frac{2\pi}{T_j} \alpha^2 \sum_{r=-\infty}^{\infty} \delta\left(\omega - \frac{2\pi r}{T_j}\right) \right], \quad \delta(x) = \frac{du(x)}{dx},$ $u(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0, \end{cases} \quad K_{\sigma}(i\omega) = \frac{k_1 k_2}{\sqrt{t_1^2 \omega^2 + 1}}, \quad K_{\sigma}(i\omega) = \frac{1}{\sqrt{T_{\sigma}^2 \omega^2 + 1}}.$
Етап 3. Вибір значення дисперсії що приймається в якості бази порівняння
$D_{\alpha,u} = \max\{D_{1,1}, \dots, D_{nm}\}$
Етап 4. Розрахунок виходу концентрату і його обсягу
$Q_{kij} = Q_p \cdot \gamma_{ij}, \quad \gamma_{ij} = \frac{\alpha \varepsilon_{ij} k_{\varepsilon}}{\beta}, \quad \varepsilon_{ij} = 1 - k_{ij}^2 (1 - \varepsilon_u), \quad k_{ij}^2 = \frac{D_{ij}}{D_{\alpha,u}}.$
Етап 5. Розрахунок чистого доходу від реалізації концентрату
$D_{ij} = \beta(D_{ij}) \cdot \mu_0 \cdot Q_{kij}$ <p>$\beta(D_{ij})$ – регресійна залежність вмісту заліза в концентраті від дисперсії його вмісту в руді, що відповідає i-тому значенню τ і j-му значенню T.</p>

Рисунок 2.15 - Алгоритмічна модель впливу динамічних параметрів рудоподачі на чистий дохід підприємства від реалізації концентрату

Для розрахунку впливу динамічних параметрів на чистий дохід за запропонованою вище моделлю використовуємо регресійну залежність виявлену для умов Інгульцького ГЗК і запропоновану в роботі [47]:

$$\beta_{рег} = 86,78 - 1,35\alpha_m - 0,62\sigma_{\alpha_e} + 0,02\alpha_m^2 + 0,2\sigma_{\alpha_e}^2 \quad (2.16)$$

Тривимірне зображення впливу динамічних параметрів рудоподачі на чистий дохід підприємства від реалізації концентрату представлено на рисунку 2.16. Двовимірні графіки впливу кожного динамічного параметру при фіксованому значенні іншого представлено на рис. 2.17-2.18.

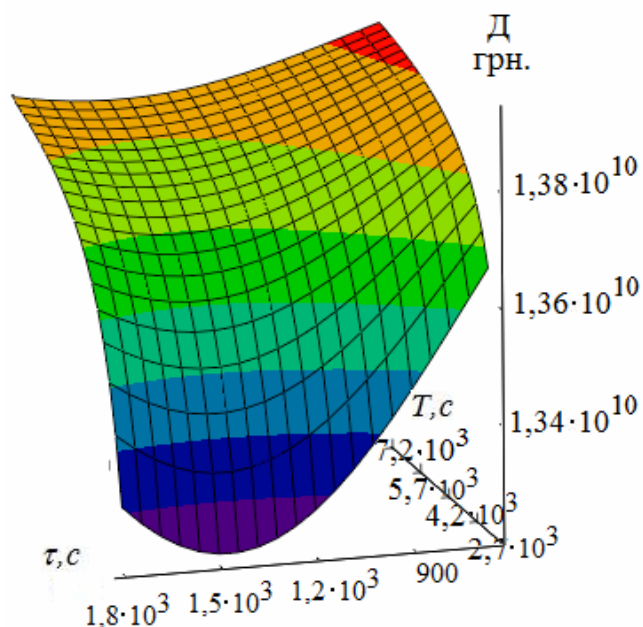
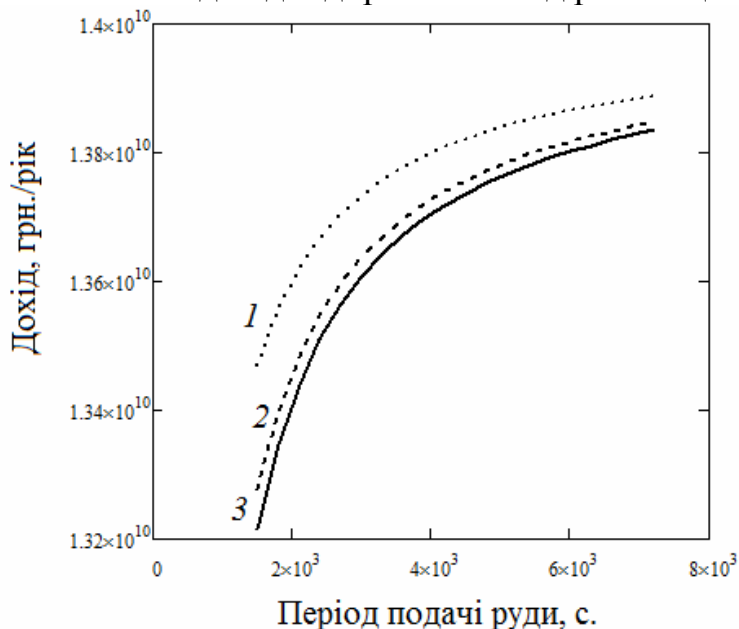
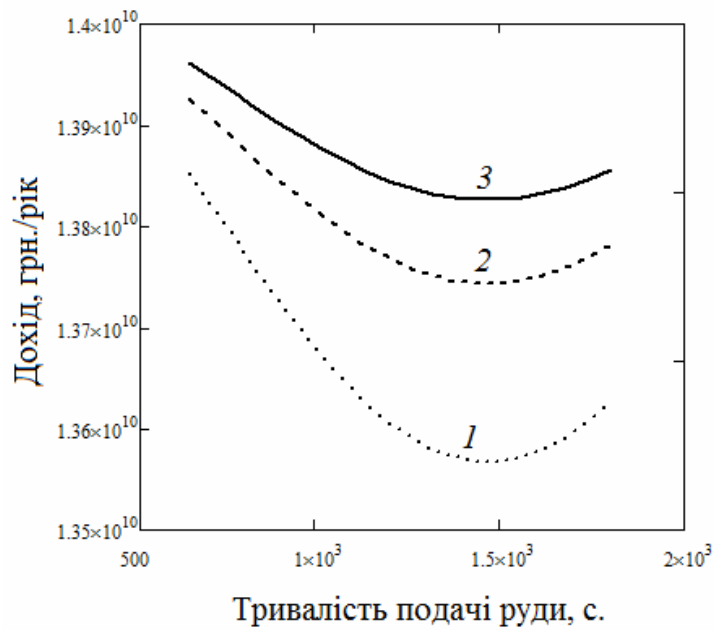


Рисунок 2.16 - Тривимірний графік впливу динамічних параметрів рудоподачі на річний чистий дохід підприємства від реалізації концентрату



1 – розрахований вплив періоду подачі на річний дохід при $\tau = 900$ с.(15 хв.); 2 – -//- при $\tau = 1200$ с.(20 хв.); 3 – -//- при $\tau = 1500$ с.(25 хв.).

Рисунок 2.17 - Вплив періоду подачі руди на чистий дохід від реалізації концентрату



1 – розрахований вплив тривалості подачі на річний дохід при $T = 2700$ с.(45 хв.); 2 – -//- при $T = 4200$ с.(70 хв.); 3 – -//- при $T = 5700$ с.(95 хв.).

Рисунок 2.18 - Вплив тривалості подачі руди на чистий дохід від реалізації концентрату

З графіків на рис.2.16-2.17 видно, що чистий дохід від реалізації залізорудного концентрату прямо пропорційний періоду подачі руди. При цьому графік на рис. 2.18 демонструє, нелінійний характер впливу тривалості подачі руди на дохід від реалізації концентрату. Графіки демонструють можливість підвищення річного доходу від реалізації концентрату з $1,323 \cdot 10^{10}$ грн. до $1,396 \cdot 10^{10}$ грн. або на 5,52 %.

Економіко-математичне моделювання впливу динамічних параметрів процесу подачі руди на розмір прибутку підприємства від реалізації концентрату

Визначення впливу динамічних параметрів рудопостачання на прибуток від реалізації концентрату викликає особливий інтерес, адже цей вид прибутку обрано у якості показника ступеню використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства.

Прибуток підприємства від реалізації концентрату (Π) можна розрахувати як різницю між чистим доходом з продажу залізорудної сировини (D_k) і виробничою собівартістю концентрату (C_k):

$$\Pi = D_k - C_k = Q_k \left[\beta(D) \cdot y_0 - \frac{C_p}{\gamma} \right], \quad (2.17)$$

З виразу (2.17) можна зробити висновок, що модель впливу динамічних параметрів рудоподачі на ступінь використання економічного потенціалу

підприємства зводиться до об'єднання попередніх двох моделей. Проте перед цим не можна не приділити увагу алгоритму розрахунку прибутку підприємства, що заснований на найбільш простій і дуже розповсюдженій, для подібних досліджень, регресійній залежності. Розрахунок за регресійними залежностями так само передбачатиме побудову алгоритмічної моделі (рис.2.19) із застосуванням регресії [наприклад, регресії виду (1.18)-(1.19)].

Етап 1. Визначення діапазону значень змінних моделі і кроку їх зміни
$\tau_i = \tau_{min} + (1-i) L, i=1, \dots, n,$ $T_j = T_{min} + (1-j) K, j=1, \dots, m.$ <p>де n- кількість значень змінної τ, τ_{min} – мінімальне значення τ в діапазоні, L – крок зміни значення змінної τ в діапазоні, m- кількість значень змінної T, T_{min} – мінімальне значення T в діапазоні, K – крок зміни значення змінної T в діапазоні</p>
Етап 2. Розрахунок дисперсії якості руди перед подачею її на збагачення
$D_{ij} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} S_{ij}(\omega) d\omega$ – дисперсія, що відповідає i -тому значенню τ і j -му значенню T . $S_{ij}(\omega) = S_{0ij} \cdot K_{\delta}(i\omega)K_{\sigma}(i\omega) ^2,$ $S_{0ij}(\omega) = \frac{2\tau_i^2 \sin^2 \frac{\omega\tau_i}{2}}{T_j \left(\frac{\omega\tau_i}{2}\right)^2} \left[\sigma^2 + \frac{2\pi}{T_j} \alpha^2 \sum_{r=-\infty}^{\infty} \delta\left(\omega - \frac{2\pi r}{T_j}\right) \right], \quad \delta(x) = \frac{du(x)}{dx},$ $u(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0, \end{cases} \quad K_{\delta}(i\omega) = \frac{k_1 k_2}{\sqrt{t_1^2 \omega^2 + 1}}, \quad K_{\sigma}(i\omega) = \frac{1}{\sqrt{T_{\sigma}^2 \omega^2 + 1}}.$
Етап 3. Розрахунок вмісту заліза в концентраті
$\beta(D_{ij})$ – регресійна залежність вмісту заліза в концентраті
Етап 4. Розрахунок виходу концентрату і його обсягу
$Q_{kij} = Q_p \cdot \gamma_k(D_{ij}),$ $\gamma_k(D_{ij})$ – регресійна залежність виходу концентрату.
Етап 5. Розрахунок прибуток підприємства від реалізації концентрату
$\Pi_{ij} = Q_{kij} \left[\beta(D_{ij}) \cdot u_0 - \frac{C_p}{\gamma_k(D_{ij})} \right]$

Рисунок 2.19 - Алгоритмічна модель впливу динамічних параметрів рудоподачі на прибуток підприємства від реалізації концентрату, побудована на основі регресійних залежностей

Розрахунок за моделлю на рис.2.19 значно простіший ніж за моделлю, що побудована на теоретичних залежностях.

На практиці модель, представлена на рис. 2.19 можна використовувати за умови наявності для конкретного підприємства надійних і достатньо точних регресійних залежностей між виходом концентрату і коливаннями якості руди, а також між коливаннями вмісту основного компонента і якістю концентрату. Як вже згадувалось раніше, статистичні залежності не розкривають сутності зв'язку, тому для даного дослідження більший інтерес представляє алгоритмічна модель впливу динамічних параметрів рудоподачі на прибуток підприємства від реалізації концентрату побудована на теоретичних залежностях (рис. 2.20).

Графічне відображення залежності, виявлене при моделюванні за алгоритмічною моделлю (рис. 2.20) представлено на рис. 2.21. На рисунках 2.22 і 2.23 графічно зображено вплив періоду і тривалості подачі руди на прибуток підприємства від реалізації концентрату при фіксуванні відповідних динамічних параметрів.

Проаналізувавши графіки на рис. 2.21-2.23, можна констатувати, що ступінь використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства прямо пропорційний періоду подачі руди. Вплив тривалості подачі руди на ступінь використання економічного потенціалу має нелінійний характер з екстремумом. За рахунок корегування динамічних параметрів подачі руди можна підвищити річний прибуток гірничо-збагачувального підприємства на 7,2%. Оскільки корегування динамічних параметрів рудопоставок не відображаються на витратах додаткових ресурсів, у відповідності до прийнятого показника потенціаловіддачі (див розділ 1.), ефективність використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства також підвищилась на 7,2%.

Всі вищезазначені залежності вказують на те, що збільшення ступеню використання економічного потенціалу за відсутності обмежень з боку підсистеми реалізації продукції і коригування динамічних параметрів рудоподачі досягається за рахунок: збільшення ступеня використання виробничого потенціалу і його показника – обсягу виробництва продукції, збільшення ціни реалізації продукції, за рахунок збільшення її якості і - зниження розміру витрат, що припадають на одиницю виготовленої продукції.

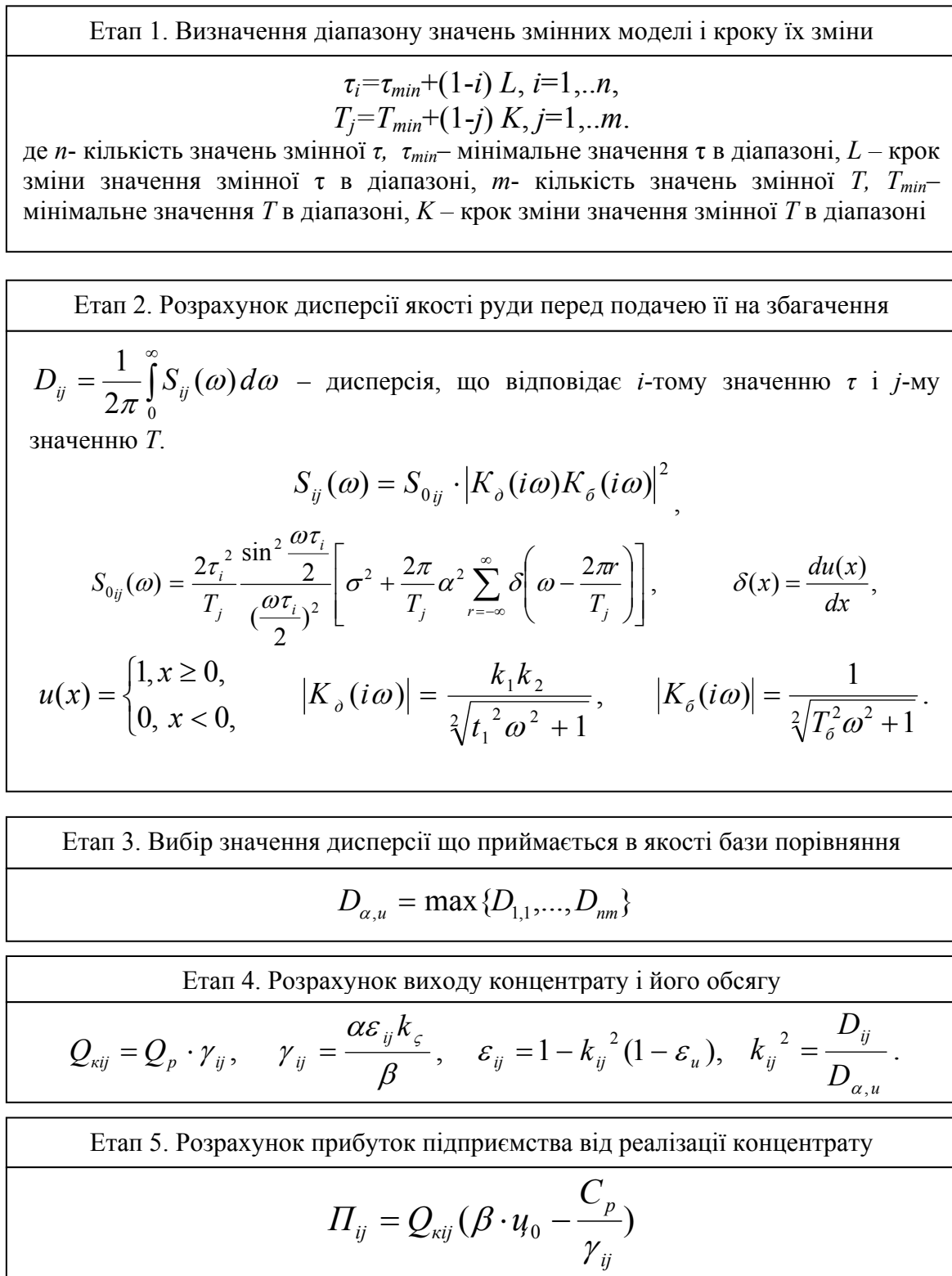


Рисунок 2.20 - Алгоритмічна модель впливу динамічних параметрів рудоподачі на прибуток підприємства від реалізації концентрату

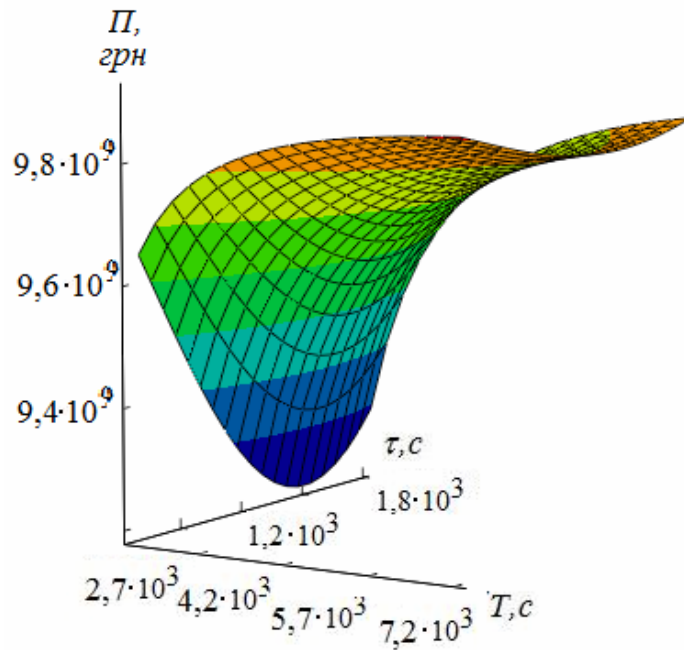
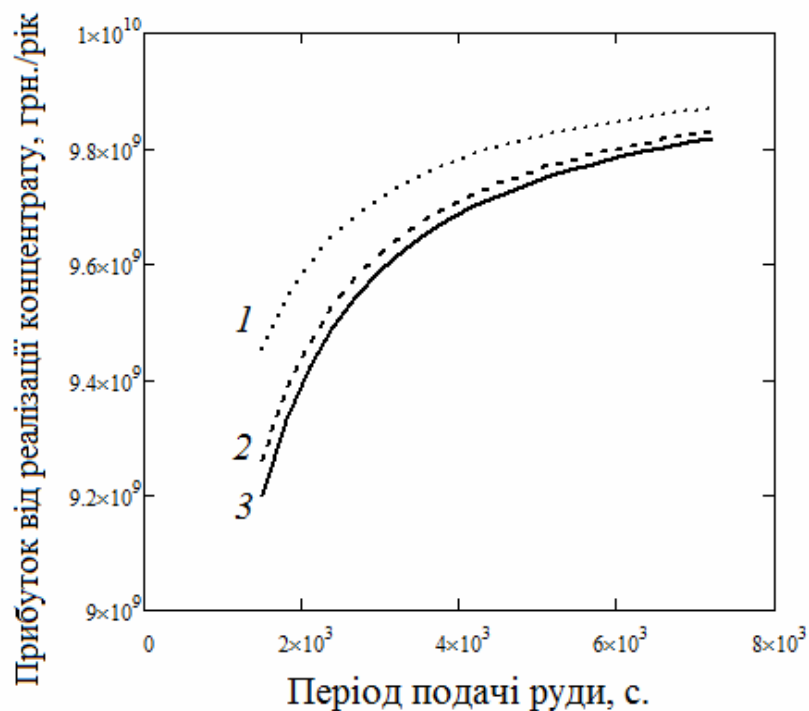
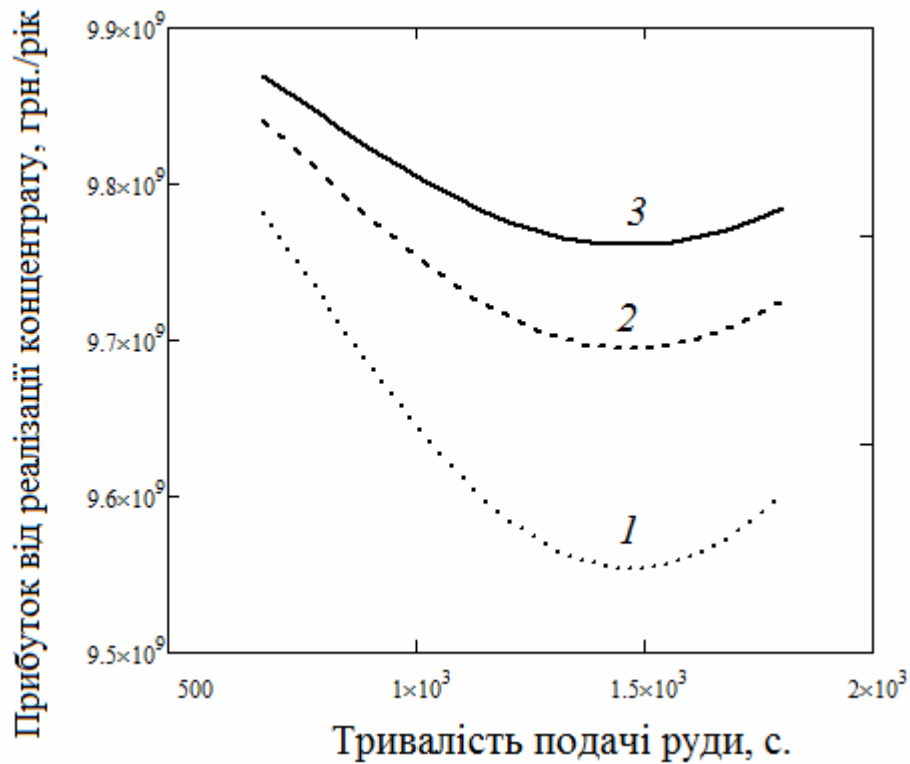


Рисунок 2.21 - Тривимірний графік впливу динамічних параметрів рудоподачі на річний прибуток підприємства від реалізації концентрату



1 – розрахований вплив періоду подачі на прибуток від реалізації концентрату при $\tau=900$ с.(15 хв.); 2 – -//- при $\tau=1200$ с.(20 хв.); 3 – -//- при $\tau=1500$ с.(25 хв.).

Рисунок 2.22 - Вплив періоду подачі руди на річний валовий прибуток від реалізації концентрату



1 – розрахований вплив тривалості подачі на валовий прибуток від реалізації концентрату при $T=2700$ с.(45 хв.); 2 – -//- при $T = 4200$ с.(70 хв.); 3 – -//- при $T = 5700$ с.(95 хв.).

Рисунок 2.23 – Вплив тривалості подачі руди на річний прибуток від реалізації концентрату

Для встановлення ефективності використання економічного потенціалу підприємства необхідно порівняти розмір отриманих результатів із витратами, пов'язаними з його отриманням. Для цього якнайкраще підійдуть показники рентабельності. Із позицій тих показників економічної діяльності, що були змодельовані раніше, зручно розрахувати рентабельність продажів і рентабельність продукції по валовому прибутку від реалізації концентрату:

$$R_{пп} = \frac{ПР}{ВР} \cdot 100 (\%), \quad (2.18)$$

де $R_{пп}$ – рентабельність продажів,
 $ПР$ – прибуток від реалізації продукції, грн.,
 $ВР$ – виторг від реалізації продукції, грн.,

$$R_n = \frac{ПР}{ВВП} \cdot 100\%, \quad (2.19)$$

де R_n – рентабельність продукції,

$V_{вп}$ – витрати виробництва (повна собівартість реалізованої продукції).

Результати розрахунку економічної ефективності для двох змінних представлено на рис. 2.24. Для розрахунку рентабельності продукції собівартість виготовленої продукції була збільшена на величину витрат на збут (74 407 тис. грн.) і адміністративних витрат (358 433 тис. грн.) Інгулецького ГЗКу за 2011р [114].

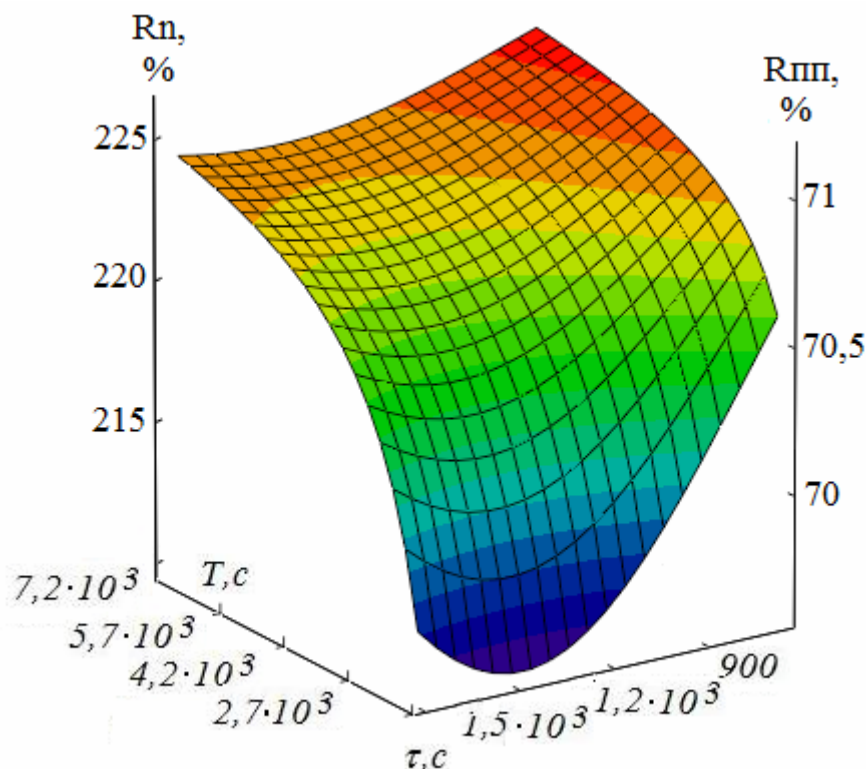


Рисунок 2.24 – Тривимірний графік впливу динамічних параметрів рудоподачі на показники рентабельності продажів і продукції

Графіки впливу динамічних параметрів на рентабельність продажів і рентабельність продукції суміщені на одному рисунку. Це пояснюється тим, що форма площі поверхні рентабельності продажів і рентабельності продукції по валовому прибутку збігаються. За рахунок управління динамічними параметрами можна підвищити рентабельність продукції на 7,14%, а рентабельність продажів на 1,44 %. Ефективність використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства збільшується із збільшенням періоду подачі, а із збільшенням його тривалості знижується до певного рівня. Таким чином, продемонстровано існування впливу динамічних параметрів рудоподачі на ступінь і ефективність використання економічного потенціалу гірничо-збагачувального підприємства. Проте динамічні характеристики подачі сировини є швидше за все наслідком організаційних і технічних особливостей

функціонування гірничо-транспортного комплексу. Процес формування періоду і тривалості надходження сировини на дробарно-збагачувальний переділ буде розглянутий в наступному пункті.

2.2.3 Експериментальна перевірка економіко-математичної моделі впливу динамічних параметрів процесу рудоподачі на потенціал підприємства

Постає необхідність перевірки отриманої моделі на адекватність і визначення її точності. Проте через особливості організації виробництва і обліку на гірничо-збагачувальному підприємстві, перевірити моделі впливу динамічних параметрів на економічні показники діяльності підприємства на точність і адекватність експериментально надзвичайно важко. Проте вплив динамічних параметрів рудоподачі на вихід концентрату, котрий в подальшому визначає собівартість і прибуток підприємства з 1 т. концентрату, а також адекватність і точність відповідних математичних розрахунків, встановити можна. Визначення впливу динамічних параметрів саме на вихід концентрату має особливе значення, адже він характеризує ступінь використання сировини, яка надходить на збагачення.

Аналіз проводився за даними журналу реєстрації прибуття/відправки складу думпкарів на дробарну фабрику Центрального гірничо-збагачувального комбінату за вересень 2011 року, а також за інформацією про вихід концентрату з руди за кожен змінний період. У вересні 2011 року середній вміст магнетитового заліза в руді, що надходила на дроблення, складав 23% із середньоквадратичним відхиленням між партіями 1,5%. Середньоквадратичне відхилення вмісту заліза в руді відповідає середньоквадратичному відхиленню амплітуди імпульсів випадкового процесу подачі руди. В журналі реєстрації прибуття/відправки фіксується час прибуття і відправки складу думпкарів на фабрику дроблення, а також реєстраційний номер тягового агрегату, що здійснює поставку. В журналі не реєструється період поставок та тривалість роботи по руді, тобто – змінні моделі T і τ , але первинна інформація дозволяє їх розрахувати. Вихідною величиною є вихід концентрату з руди за змінний період, тому динамічні параметри також необхідно привести у відповідність до інтервалу в одну змінний період. Тривалість подачі руди τ при деякому припущенні можна представити як різницю часу відправки і часу прибуття складу думпкарів. Вказане припущення пов'язане з тим, що тривалість подачі руди і різниця часу відправки і прибуття відрізняються на час підведення і вивантаження думпкарів, а також на час дроблення руди після відправки порожнього складу думпкарів. Для даного дослідження припускається, що час підведення і вивантаження думпкарів, а також час дроблення руди після їх відправки рівні. Тому в якості першої вхідної змінної

приймається середня за зміну тривалість поставки руди. Оскільки, у відповідності до побудованих моделей, період подачі руди T прямо пропорційно впливає на економічні показники збагачення, найменш сприятливий з позиції ефективного використання виробничого і економічного потенціалу є низький період подачі. Тому саме найнижчий за зміну інтервал часу між надходженням партій руди на дроблення приймається за другу вхідну змінну. При тризмінному режимі роботи підприємства обсяг вибірки складе 90 наборів значень.

Після первинної обробки результатів спостережень, проводиться кореляційний аналіз, перевірка моделі на адекватність і точність. Адекватність перевіряється за критерієм Фішера, точність – за показником середньої відносної похибки моделі (mean absolute percent error) – MAPE. Схема експериментальної перевірки впливу динамічних параметрів процесу рудоподачі на вихід концентрату з руди представлено на рис. 2.25.

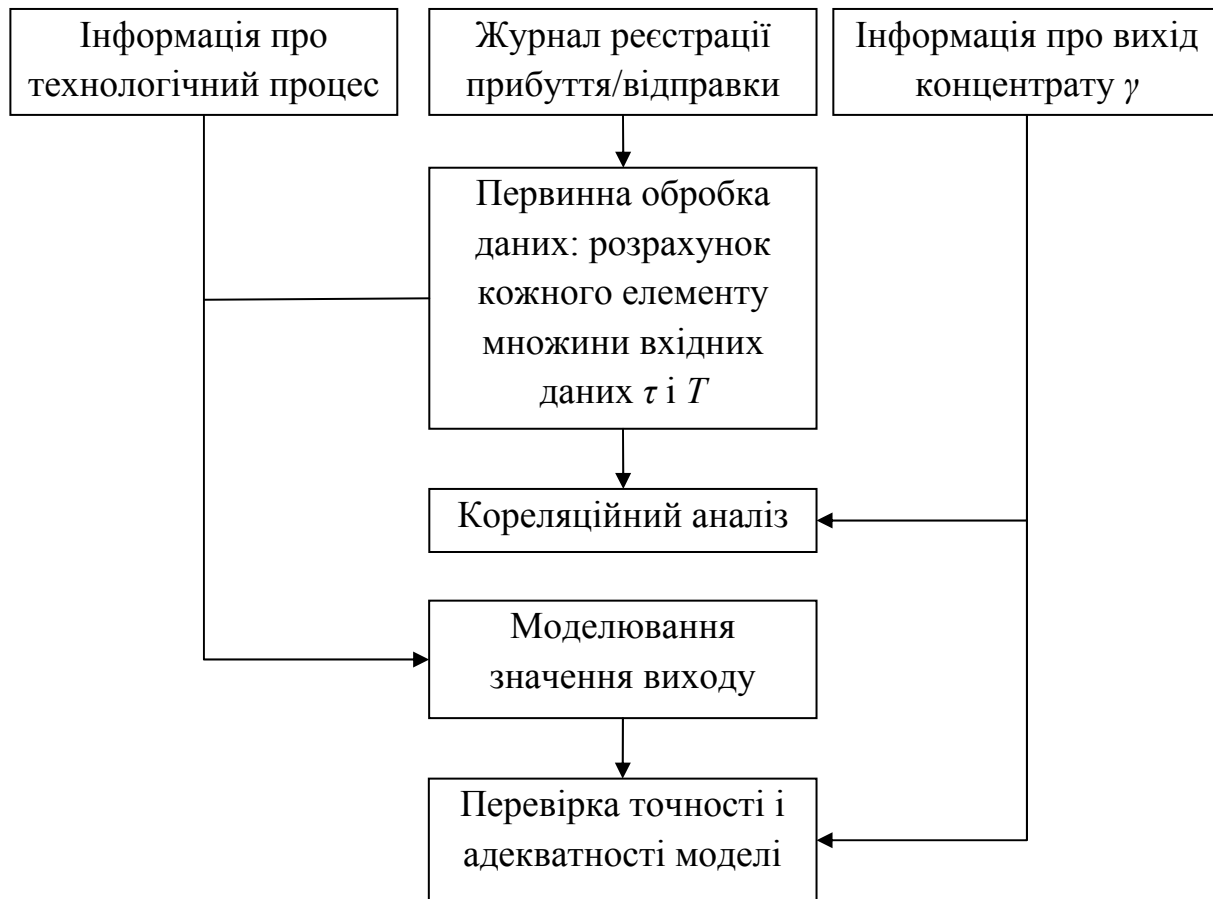


Рисунок 2.25 - Логічна схема експериментальної перевірки впливу динамічних параметрів процесу рудоподачі на вихід концентрату з руди

Перевіримо наявність впливу динамічних параметрів на вихід концентрату. Для статистичної перевірки гіпотези про вплив періоду та тривалості подачі руди на вихід концентрату було застосовано методи

кореляційного аналізу [115]. Отримані коефіцієнти парної і частинної кореляції, а також кореляційні відношення значимі і надійні на рівні 0,99. Значимість встановлена по критерію Стюдента для ступеня достовірності 0,99. Надійність коефіцієнтів кореляції встановлена за таблицею критичних значень для заданих рівней значимості і кількості ступеней свободи [115]. Значимість множинного коефіцієнту кореляції встановлювалась за критерієм Фішера. Результати кореляційного аналізу представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати кореляційного аналізу залежності виходу концентрату від динамічних параметрів рудоподачі

Вихід концентрату γ	Коефіцієнт кореляції	Динамічні параметри	
		Тривалість подачі τ	Період подачі T
	Коефіцієнт кореляції	-0,58	0,6
	Кореляційне відношення	0,62	0,53
	Множинний коефіцієнт кореляції	0,74	

За результатами кореляційного аналізу можна зробити висновок про існування статистичного зв'язку між виходом концентрату і динамічними параметрами рудоподачі взагалі і кожним із них зокрема. На користь першого свідчить множинний коефіцієнт кореляції, що вказує на наявність відчутного зв'язку між виходом концентрату і динамічними параметрами рудоподачі. Під час аналізу статистичного зв'язку між виходом концентрату з руди γ і тривалістю її подачі τ , було виявлено, що модуль кореляційного відношення перевищує модуль коефіцієнту кореляції, що засвідчує наявність сильної нелінійної і, судячи з від'ємного значення коефіцієнту кореляції, зворотної залежності. Кореляційний аналіз статистичного зв'язку між виходом концентрату γ і періодом подачі руди T демонструє наявність прямої лінійної залежності між цими показниками.

Виявлені за допомогою кореляційного аналізу характери залежностей співпадають із тими, що були виявлені в попередніх підпунктах методом економіко-математичного моделювання. Проте необхідно також оцінити і кількісне співпадіння експериментальних і теоретичних (розрахованих за запропонованою моделлю) даних.

Теоретичні розрахунки впливу динамічних параметрів рудопостачання на вихід концентрату зводяться до розрахунку по етапах 1-4 алгоритмічних моделей впливу динамічних параметрів рудоподачі на собівартість концентрату і на ступінь використання виробничого потенціалу підприємства. Під адекватністю математичної моделі розумітимемо ступінь відповідності результатів, отриманих за розробленою моделлю, даним експерименту [116]. Порядок розрахунку впливу динамічних параметрів на вихід концентрату для аналізу точності і адекватності моделі представлено на рис.2.26

Модель розрахунку впливу динамічних параметрів рудоподачі на вихід концентрату передбачає два фактори впливу. За вересень 2011 року ні період, ні тривалість подачі не залишались на постійному рівні. Тобто, представлення фактичних і відповідних їм розрахованих значень виходу концентрату графічно пов'язано з деякими труднощами сприйняття такого графіку.



Рисунок 2.26 - Порядок розрахунку впливу динамічних параметрів на вихід концентрату (за експериментальними даними)

Розрахована за експериментальними даними за вересень 2011 середня відносна похибка моделі (mean absolute percent error) MAPE складає 2%. Адекватність моделі перевірялась за критерієм Фішера, котрий склав $F_{факт}=9,84$ табличне значення критерію для рівня значимості $\alpha=0,01$ і степенів свободи $\nu_1=2$, $\nu_2=87$ дорівнює $F_{табл}=4,86$. Оскільки $F_{факт} > F_{табл}$ модель є

значимою, а також адекватно і з достатньою точністю відображає існуючий зв'язок.

2.3 Визначення природи динамічних параметрів процесу рудоподачі

Для виявлення реальних можливостей впливу на ступінь і ефективність використання виробничого і економічного потенціалів через динамічні параметри рудопостачання, необхідно виявити і проаналізувати процес формування періоду T і тривалості подачі руди τ .

Тривалість дроблення партії руди може бути розрахована як відношення маси партії до продуктивності дробарки крупно-кускового дроблення, що є першою ланкою технологічного ланцюгу фабрики дроблення:

$$\tau = \frac{M}{Q}, \quad (2.20)$$

де M – середня кількість руди в кожній партії (математичне очікування), т.,
 Q – продуктивність дробарки ККД по масі, т/год.

Продуктивність дробарки в умовах діючої фабрики є величина, задана технологічним паспортом відповідного устаткування. Розглянемо докладніше, як розраховується середні обсяги партій M при використанні залізничного транспорту.

Маса партії може бути представлена як добуток вантажопідйомності думпкарів на їх кількість:

$$M = z \cdot m, \quad (2.21)$$

де z – кількість думпкарів;
 m – вантажопідйомність думпкару;

Кількість думпкарів, зчеплена з тяговим агрегатом, відповідно до [109], розраховується наступним чином: знаходять граничну масу потяга за зчепленням при рушанні по ухилі і при установленому русі на ухилі:

$$m_n = \frac{1000 P_{зч} \psi}{\varpi + \varpi_p \pm \lambda + 108 a_{\min}}, \quad (2.22)$$

де $P_{зч}$ – зчїпна маса;
 ψ – коефіцієнт зчеплення машини;
 ϖ – основний питомий опір рухові;
 ϖ_p – додатковий питомий опір при рушанні;
 λ – середній ухил по маршру;

"

a_{min} – мінімальне прискорення пуску.

Розраховують фактичну вантажопідйомність думпкару:

$$m = \frac{n_k V_k k_{н.к.} \rho_{ц.}}{k_{р.к.}}, \quad (2.23)$$

де n_k – кількість ковшів навантажувального пристрою, що поміщається у думпкарі (ціле число);

V_k – обсяг ковша навантажувального пристрою;

$k_{н.к.}$ – коефіцієнт наповнення ковша;

$\rho_{ц.}$ – щільність породи в цілику;

$k_{р.к.}$ – коефіцієнт розпушення породи.

Гранична кількість навантажених думпкарів у складі розраховується для двох значень середнього ухилу по маршрутові – при рушанні по ухилі і при установленому русі на ухилі – і приймається менша із них. Формула для розрахунку граничної кількості навантажених думпкарів у складі має наступний вигляд:

$$z = \frac{m_n - P}{m_o + m}, \quad (2.24)$$

де P – маса тягового агрегату, т.;

m_o – тара думпкару, т.

З формул 2.22-2.24 видно, що кількість думпкарів, зчеплена з тяговим агрегатом, при заданих технічних і технологічних характеристиках елементів транспортної системи підприємства, задається як максимально технологічно можлива. Підставивши вираз (2.24) в формулу (2.21) отримуємо наступне значення обсягу партії руди:

$$M = \frac{m (m_n - P)}{m_o + m}, \quad (2.25)$$

Підставивши (2.25) у (2.20), стає очевидним, що тривалість роботи по руді τ повинна була б представляти з себе не випадкову величину. Проте, як видно з графіку на рис. 2.2, тривалість подачі руди змінюється. Відхилення фактичної тривалості подачі від теоретичної, розрахованої за формулами (2.20)-(2.25) пояснюється, по-перше, зміною продуктивності дробарки через регулювання ширини завантажувального отвору, а, по-друге, недотриманням розрахованої граничної кількості навантажених думпкарів z . Спостерігались відхилення кількості думпкарів у залізничному складі від граничної як в більшу, так і в меншу сторони. Відхилення кількості думпкарів в меншу

сторону спостерігалось рідко і траплялось з причини їх ремонту. Здебільшого спостерігалось перевищення граничної кількості навантажених думпкарів через необхідність виконання плану обсягів перевезень і компенсації зриву поставок, викликаних простоями елементів ГТК. Наслідки нерівномірного режиму поставок, при якому руда впродовж деякого періоду не надходить взагалі, а потім надходить в партіях, розмір яких перевищує оптимальний, або технологічно рекомендований достатньо повно описано в п.2.1.

Розглянемо тепер докладніше період подачі руди T . Час циклу від місця навантаження до місця розвантаження одного складу думпкарів складає [109]:

$$T_{\text{л}} = 60 \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{k_{\text{ув}} v_{pi}} + 60 \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{k_{\text{ув}} v_{xi}} + \theta_{\text{ц}} , \quad (2.26)$$

де l_i – довжина i -ї ділянки траси з постійними умовами руху, км.;

$k_{\text{ув}}$ – коефіцієнт швидкості, що враховує періоди пуску і гальмування, зміни швидкості при переході з одного елемента траси на інший;

v_{pi}, v_{xi} – технічні швидкості руху при робочому і холостому ході на i -й ділянці траси;

$\theta_{\text{ц}}$ – сумарна нормативна пауза за цикл на причеплення і відчеплення думпкарів, на їх навантаження і розвантаження, маневри на кінцевих пунктах і т.д.

Визначивши тривалість рейсу одного залізничного складу, визначається їх кількість, необхідна для обслуговування пункту навантаження [109]:

$$Z_{\text{л}} = \frac{AT_{\text{л}}k_{\text{л}}}{60zGt_{\text{нo}}} \quad \text{або} \quad Z_{\text{л}} = \frac{AT_{\text{л}}k_{\text{л}}}{60Mt_{\text{нo}}} \quad (2.27)$$

де A – змінна продуктивність пункту навантаження (складу з шихтування) т./зм.(м³/зм.);

$k_{\text{л}}$ – коефіцієнт нерівномірності відкатки залізничного складу;

G – корисна ємність думпкару т.(м³);

$t_{\text{н.o}}$ – плановий оперативний час роботи складу думпкарів за зміну.

Кількість циклів зроблена за зміну усіма залізничними складами можна розрахувати:

$$n_{\text{цл}} = \frac{A}{z G} = \frac{A}{M} , \quad (2.28)$$

або

$$n_{\text{цл}} = \frac{t_{\text{н.o}}}{T_{\text{л}}} Z_{\text{л}} . \quad (2.29)$$

Формула (2.28) розраховує кількість циклів з позицій обсягів партій і змінної продуктивності, в той час, як формула (2.29) розраховує кількість циклів з позицій динамічних параметрів організації виробництва. Значні розходження результатів розрахунку за формулами (2.28) і (2.29) говорять про те, що функціонування різних елементів гірничо-транспортного комплексу неузгоджене між собою і виробнича діяльність всього підрозділу організована не оптимальним чином. В такому випадку, якщо за умовами задачі виробничий план за зміну виконується у повному обсязі, необхідно приймати значення, визначене за формулою (2.28). Якщо обмеження на продуктивність не налагається, можна розрахувати і прийняти середнє між (2.28) і (2.29)

Зробивши припущення, що поставки руди з кар'єру до дробарної фабрики розподілені рівномірно у часі, середній період подачі руди з кар'єру на дробарку фабрику можна розрахувати:

$$\bar{T} = \frac{t_{зм}}{n_{цл}}, \quad (2.30)$$

де $t_{зм}$ – тривалість зміни.

На практиці середній період подачі руди на дроблення не витримується. Характер нерівномірності поставок руди можна встановити дослідним шляхом. Для цього побудуємо гістограму розподілу випадкової величини t – часу прибуття руди на фабрику дроблення. При побудові гістограми використовувалась вибірка надходження залізничних складів з рудою на фабрику дроблення ЦГЗК за вересень 2011 року. Довжина кожного інтервалу складає 1 годину, а кількість інтервалів для побудови гістограми дорівнює 24, що відповідає 24 годинам на добу. Гістограма розподілу випадкової величини часу прибуття партії руди на дробарну фабрику представлена на рисунку 2.27.

З графіку на рисунку 2.27 видно, що руда надходить на дробарну фабрику нерівномірно. Інтенсивність подачі руди на дроблення залізничним транспортом неоднакова впродовж зміни. Найінтенсивніший рудопотік на фабрику дроблення припадає на періоди з 9 до 15, з 18 до 22 і з 2 до 6 годин. Тобто постійний рівномірний режим подачі руди на дроблення не витримується. З цього випливає, що середній період подачі руди з кар'єру на дробарну фабрику T представляє з себе випадкову величину.

Визначимо закон розподілу часу надходження руди на дроблення впродовж доби. Розглянемо більш докладно гістограму розподілу випадкової величини часу прибуття партії руди на дробарну фабрику впродовж доби. Для цієї випадкової величини характерно три пікових значення частот для розрядів з границями 3-4, 11-12 і 19-20 години. Також для випадкової величини t характерні мінімальні значення частоти для розрядів з границями 6-7, 15-16 і 23-0 години. Розряди з найбільшими частотами «відстають» один від одного на інтервал в 8 годин, так само, як і розряди з мінімальними частотами. Таке

відставання може бути пояснене тризмінним режимом роботи комплексу, коли 8-ми годинні зміни розпочинаються і відповідно – закінчуються, о 8, 16 і 24-й годині.

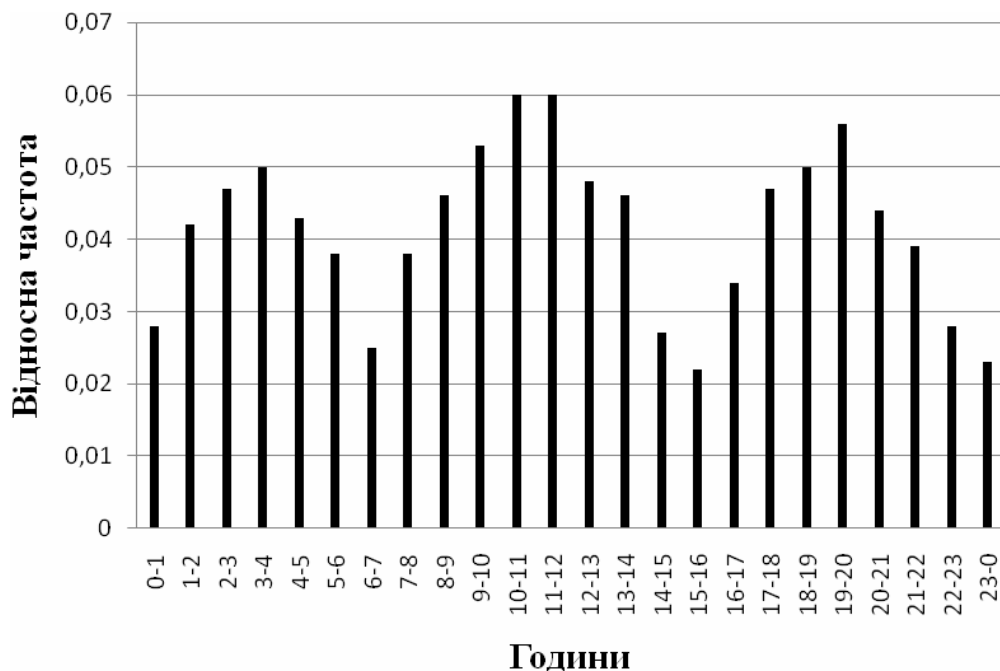


Рисунок 2.27 - Гістограма розподілу випадкової величини часу прибуття партії руди на дробарну фабрику впродовж доби

Слід зазначити, що проблема існування внутрішньозмінної нерівномірності поставок руди, викликана організацією графіків змінності, не нова і характерна не лише для ЦГЗКу. Неповне використання продуктивності дробарно-конвейерного комплексу в перші і останні години зміни, викликані затримкою виходу автосамоскидів на лінію, характерні і для Інгулецького ГЗКу [117]. В цьому випадку доцільно розглядати час прибуття партії руди на дробарну фабрику окремо для кожної зміни. Такий підхід було запропоновано в роботі [118] для визначення часових характеристик вагонопотоку, що надходить на залізничну станцію. Замість однієї випадкової величини t , будемо розглядати три випадкові величини:

- 1) t_1 – час прибуття партії руди на дробарну фабрику впродовж 1-ї зміни (24-8 год.);
- 2) t_2 – час прибуття партії руди на дробарну фабрику впродовж 2-ї зміни (8-16 год.);
- 3) t_3 – час прибуття партії руди на дробарну фабрику впродовж 3-ї зміни (16-24 год.) .

Були сформовані три гіпотези про нормальні закони розподілу кожної з трьох випадкових величин. Використовуючи критерій Пірсона з рівнем значимості $\alpha=0,01$ було доведено, що немає причин відкинути гіпотези про те що:

1) Випадкова величина t_1 описується усіченим нормальним законом розподілу з параметрами $M_1=4,56$, $\sigma_1^2=5,12$, $t_{1min}=0$, $t_{1max}=8$:

$$\left. \begin{aligned} f(t_1) &= 0 \text{ при } t_{1max} < t_1 \text{ та } t_1 < t_{1min} \\ f(t_1) &= \frac{\mu}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t_1 - M_1)^2}{2\sigma_1^2}} \text{ при } t_{1min} < t_1 < t_{1max} \end{aligned} \right\}, \quad (2.31)$$

де

$$\mu = \frac{1}{\Phi\left(\frac{t_{1max} - M_1}{\sigma_1}\right) - \Phi\left(\frac{t_{1min} - M_1}{\sigma_1}\right)}, \quad (2.32)$$

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{x^2}{2}} dx. \quad (2.33)$$

2) Випадкова величина t_2 описується усіченим нормальним законом розподілу з параметрами $M_2=11,98$, $\sigma_2^2=4,35$, $t_{2min}=8$, $t_{2max}=16$:

$$3) \left. \begin{aligned} f(t_2) &= 0 \text{ при } t_{2max} < t_2 \text{ та } t_2 < t_{2min} \\ f(t_2) &= \frac{\mu}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t_2 - M_2)^2}{2\sigma_2^2}} \text{ при } t_{2min} < t_2 < t_{2max} \end{aligned} \right\}, \quad (2.34)$$

" де

$$5) \mu = \frac{1}{\Phi\left(\frac{t_{2max} - M_2}{\sigma_2}\right) - \Phi\left(\frac{t_{2min} - M_2}{\sigma_2}\right)}; \quad (2.35)$$

6)

5) Випадкова величина t_3 описується усіченим нормальним законом розподілу з параметрами $M_3=19,9$, $\sigma_3^2=5,12$, $t_{3min}=16$, $t_{3max}=24$:

$$\left. \begin{aligned} f(t_3) &= 0 \text{ при } t_{3max} < t_3 \text{ та } t_3 < t_{3min} \\ f(t_3) &= \frac{\mu}{\sigma_3 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t_3 - M_3)^2}{2\sigma_3^2}} \text{ при } t_{3min} < t_3 < t_{3max} \end{aligned} \right\}, \quad (2.36)$$

де

$$\mu = \frac{1}{\Phi\left(\frac{t_{3max} - M_3}{\sigma_3}\right) - \Phi\left(\frac{t_{3min} - M_3}{\sigma_3}\right)}. \quad (2.37)$$

Той факт, що випадкові величини часу прибуття партії руди підпорядковуються нормальному закону розподілу, свідчить про неритмічність і нерівномірність роботи гірничо-транспортного комплексу впродовж зміни.

Ритмічній і рівномірній організації виробництва відповідав би рівномірний закон розподілу часу прибуття руди на дробарну фабрику.

Знаючи теоретичні імовірності потрапляння випадкової величини t_k , $k=1,2,3$ у i -й інтервал, а також кількість циклів за зміну, необхідну для виконання змінного плану доставки руди, можна розрахувати кількість надходжень партій руди на дробарну фабрику в i -й інтервал:

$$n_{uki} = n_{uk} \cdot p_{ki}, \quad (2.38)$$

де n_{uki} – кількість поставок руди, зроблена у i -й інтервал k -ої зміни;
 n_{uk} – кількість поставок руди, зроблена за k -у зміну;
 p_{ki} – теоретична імовірність потрапляння випадкової величини t_k , $k=1,2,3$ у i -й інтервал.

Відповідно, період подачі руди T буде неоднаковий впродовж зміни і для кожного інтервалу зміни (нагадаємо таких інтервалів 8 – на кожну годину зміни) становитиме:

$$T_{ki} = \frac{l_{ki}}{n_{uki}}, \quad (2.39)$$

де l_{ki} – тривалість i -го інтервалу k -тої зміни.

Таким чином, змоделювати вплив режимів подачі руди, а також розрахувати значення дисперсії якості рудопотоку за формулами (2.1)-(2.3) можна:

а) для кожної години кожної зміни, прийнявши T_{ki} за константу;

б) генератором випадкових значень змоделювати n_{uk} значень величини t_k .

Далі, розмістивши отримані t_k від меншого до більшого, розрахувати значення періоду подачі руди T_{kn} . І так само, як у варіанті а) визначити дисперсію;

в) знехтувати випадковим характером процесу надходження руди на фабрику, розраховавши і прийнявши до розрахунку за формулою (2.2) в якості періоду подачі руди T такий період, що відповідатиме середньому значенню кількості приходів вантажопотоку на дробарку фабрику за k -ту зміну:

$$\bar{n}_{uk} = \frac{\sum_{i=1}^u n_{uki}}{u}, \quad (2.40)$$

де u – кількість годин у зміні.

г) прийнявши найменший період подачі за зміну за T . Такий підхід впливає із характеру залежності ступеню використання економічного потенціалу від динамічного параметру. Розрахунок проводиться для найбільш

несприятливого з позицій використання виробничого і економічного потенціалу значення періоду подачі за зміну.

Моделювання впливу динамічних параметрів рудоподачі на техніко-економічні показники збагачення з урахуванням різного значення періоду подачі для різних годин зміни (тобто по варіантах а і б) дозволяє врахувати стохастичність періоду подачі. Проте для розрахунку виходу концентрату з руди за формулами (2.11)-(2.13) або за регресійними залежностями необхідне значення середньо-змінної дисперсії коливань. Це визначає необхідність додатково на базі щогодинних коливань, розраховувати коливання за зміну, з урахуванням обсягів руди, що надходять за кожен годину. З іншого боку, при збагаченні залізних руд застосовується циклічно-поточна технологія, при якій визначений обсяг рудної пульпи після проходження деяких ланок апаратів, повертається на повторне проходження технологічного тракту збагачення. Тобто потоки з різних партій, що прийшли в різний час зміни, змішуються. Як відомо з теорії імовірності [119], дисперсія суми декількох незалежних випадкових величин дорівнює сумі дисперсій цих величин:

$$D_k = \sum_{i=1}^u D_{ki}, \quad (2.41)$$

де D_k – дисперсія вмісту заліза в руді в k -ту зміну;

D_{ki} – дисперсія вмісту заліза в руді в i -й інтервал k -тої змінної.

Оскільки сума дисперсій випадкових величин вмісту заліза в руді в i -й інтервал k -тої змінної дорівнює внутрішньо змінній дисперсії, доцільно досліджувати процес подачі руди в масштабі зміни. Під час визначення впливу технічних характеристик транспортного обладнання і обсягів поставок руди на динамічні параметри, а через них – на ефективність використання виробничого і економічного потенціалів, слід приймати такий період T , якому відповідатиме середнє значення кількості надходжень партій руди на дробарну фабрику за k -ту зміну (див. формулу 2.40). Але під час розрахунку ефективності організаційних заходів, що безпосередньо вплинуть на рівномірність поставок руди і їх динамічні параметри, доцільно використати найменше за зміну значення періоду подачі руди.

Таким чином, динамічний параметр тривалості подачі руди – величина не випадкова і визначається обсягами рудопоставок і продуктивністю дробарки крупно-кускового дроблення. З іншого боку, період подачі руди визначається в процесі взаємодії випадкової і невипадкової складових. Невипадкова складова періоду подачі мінеральної сировини також може бути зведена до обсягів поставок руди або до вантажоємності думпкарів.

Характер впливу динамічних параметрів подачі руди на ступінь і ефективність використання виробничого й економічного потенціалів гірничо-збагачувального підприємства було продемонстровано раніше. При деяких

спрощеннях можливо обидва динамічних параметра звести до обсягу поставок руди. Оскільки дія динамічних параметрів на ступінь і ефективність використання виробничого і економічного потенціалів неоднакова, визначення впливу обсягу поставок руди на відповідні показники також викликає науковий інтерес і представляє наукову задачу, що буде вирішена в наступному пункті.

2.4 Встановлення впливу характеристик обладнання гірничо-транспортного комплексу на економічні показники діяльності підприємства

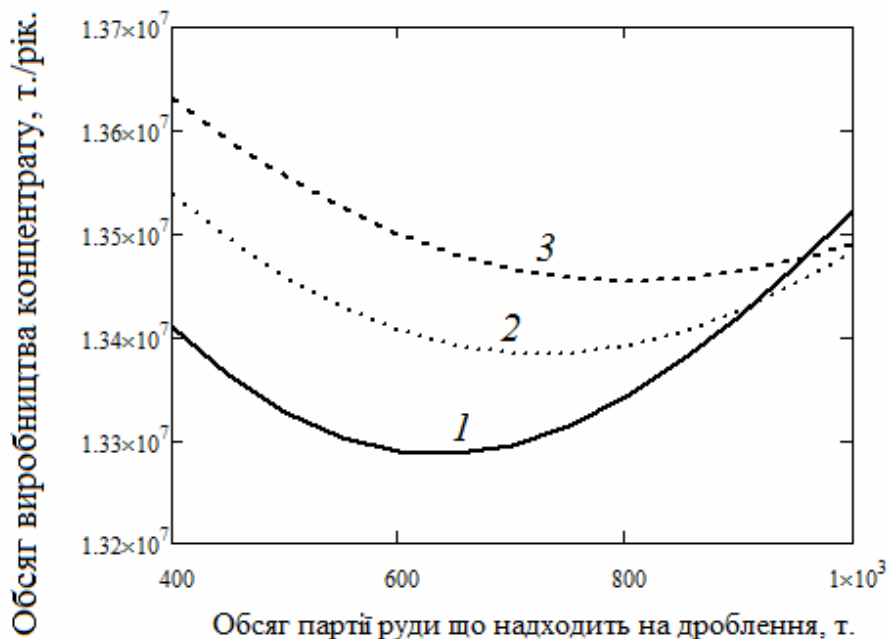
В попередньому підрозділі був розкритий механізм формування динамічних параметрів рудоподачі, а також було продемонстровано вплив цих параметрів на економічні показники збагачення. Проте демонстрація цього впливу мала теоретичний характер: динамічні параметри задля наочності і простоти були підібрані без врахування технічних характеристик обладнання, що їх формують, і відповідно не були пов'язані між собою. Постає необхідність визначення саме впливу технічних характеристик елементів гірничо-транспортного комплексу на економічні показники діяльності всього гірничо-збагачувального комплексу. Для цього доведеться знехтувати аритмічністю поставок і проводити розрахунки з припущенням, що поставки руди розподілені рівномірно у часі і що кількість думпкарів, зчеплена з тяговим агрегатом, дорівнює розрахованій за (2.24) граничній кількості.

Як було продемонстровано вище, обсяг партій руди залежить від технічних характеристик думпкарів і тягових агрегатів (див. ф. 2.21, 2.24, 2.25). Період поставок можна визначити в залежності від кількості тягових агрегатів, яка в свою чергу визначається змінною продуктивністю пункту навантаження, тривалістю рейсу і обсягами партій. Саме через обсяг партій можна пов'язати між собою показник тривалості подачі руди і періоду її подачі при розрахунку спектральної щільності з подальшим визначенням економічних результатів діяльності. Визначити такий вплив можливо методами економіко-математичного моделювання. Описані в попередньому розділі алгоритмічні моделі від двох змінних можуть бути доповнені розрахунками із п.2.3. і зведені до однієї змінної – обсягів поставок руди. Для демонстрації такого доповнення на рис.2.28. наведена алгоритмічна модель впливу обсягів поставок руди на прибуток підприємства від реалізації концентрату. Вибір саме цієї моделі для наочної демонстрації обумовлений важливістю показника прибутку для даного дослідження.

Етап 1. Розрахунок обсягу партії і тривалості подачі руди.
$\tau_j = \frac{M_j}{Q}, \quad j=1, \dots, n,$
де M_j – де j -те значення обсягів партій, n – кількість значень обсягів партій M
Етап 2. Розрахунок середнього періоду подачі руди на дроблення
$T_j = \frac{t_{3M}}{n_{цпj}}, \quad n_{цпj} = \frac{A}{M_j}.$
Етап 3. Розрахунок дисперсії якості руди перед подачею її на збагачення
$D_j = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} S_j(\omega) d\omega, \quad S_j(\omega) = S_0 \cdot K_\delta(i\omega)K_\sigma(i\omega) ^2,$
$S_{0j}(\omega) = \frac{2\tau_j^2}{T_j} \frac{\sin^2 \frac{\omega\tau_j}{2}}{(\frac{\omega\tau_j}{2})^2} \left[\sigma^2 + \frac{2\pi}{T_j} \alpha^2 \sum_{r=-\infty}^{\infty} \delta\left(\omega - \frac{2\pi r}{T_j}\right) \right], \quad \delta(x) = \frac{du(x)}{dx},$
$u(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0, \end{cases} \quad K_\delta(i\omega) = \frac{k_1 k_2}{\sqrt{t_1^2 \omega^2 + 1}}, \quad K_\sigma(i\omega) = \frac{1}{\sqrt{T_\sigma^2 \omega^2 + 1}}.$
Етап 4. Вибір значення дисперсії що приймається в якості бази порівняння
$D_{\alpha,u} = \max\{D_1, \dots, D_n\}$
Етап 5. Розрахунок виходу концентрату і його обсягу
$Q_{kj} = Q_p \cdot \gamma_j, \quad \gamma_j = \frac{\alpha \varepsilon_j k_\sigma}{\beta}, \quad \varepsilon_j = 1 - k_j^2 (1 - \varepsilon_u), \quad k_j^2 = \frac{D_j}{D_{\alpha,u}}.$
Етап 6. Розрахунок прибутку підприємства від реалізації концентрату
$\Pi_j = Q_{kj} \left(\beta \cdot u_0 - \frac{C_p}{\gamma_j} \right)$

Рисунок 2.28 - Алгоритмічна модель впливу обсягів поставок руди на прибуток підприємства від реалізації концентрату

Вплив обсягів поставок руди на економічні показники діяльності, змодельований для трьох значень продуктивності дробарки крупно-кускового дроблення, продемонстровано на рисунках 2.29-2.32. Такі значення продуктивності дробарки крупно-кускового дроблення обрано не випадково. Значення продуктивності, використані для розрахунку, відповідають значенням фактичної продуктивності дробарок ККД дробарних фабрик гірничо-збагачувальних підприємств Кривого Рогу [120].

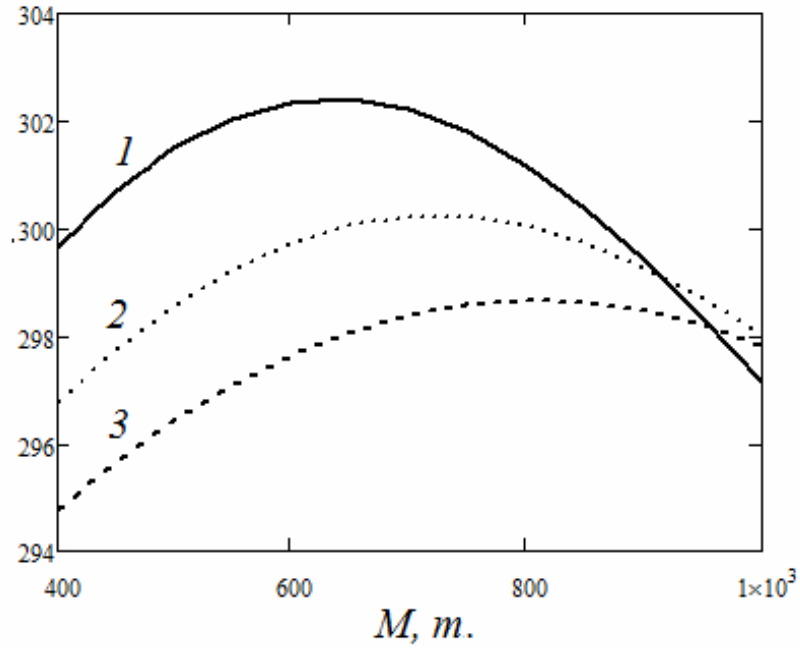


1 – розрахований вплив обсягів поставок при продуктивності дробарки ККД $Q=2100$ т./год; 2 – –//– при $Q=2400$ т./год; 3 – –//– при $Q=2700$ т./год.

Рисунок 2.29 - Вплив обсягів поставок руди на обсяг виробництва концентрату

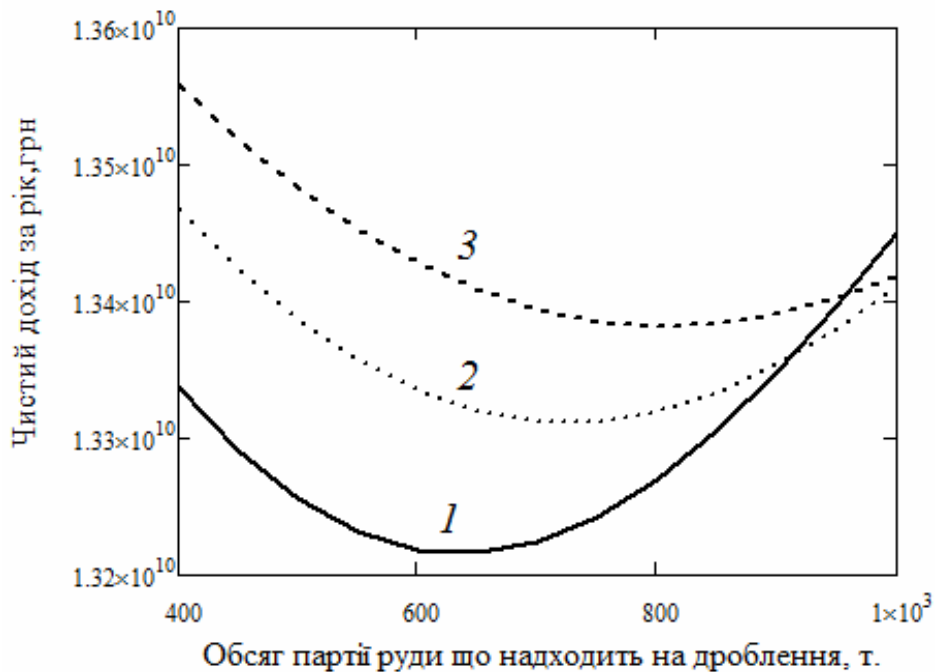
Графік на рис.2.29 демонструє, що залежність обсягів виробництва залізородного концентрату від обсягів поставок руди для даного діапазону значень аргументу має нелінійний характер з екстремумом. Мінімум функції обсягів поставок руди для різних значень продуктивності дробарки крупно-кускового дроблення відповідає різним значенням аргументу. Обсяги виробництва збільшуються із підвищенням продуктивності дробарки крупно-кускового дроблення, поки функція не досягне мінімуму.

$C, \text{ грн./т.}$



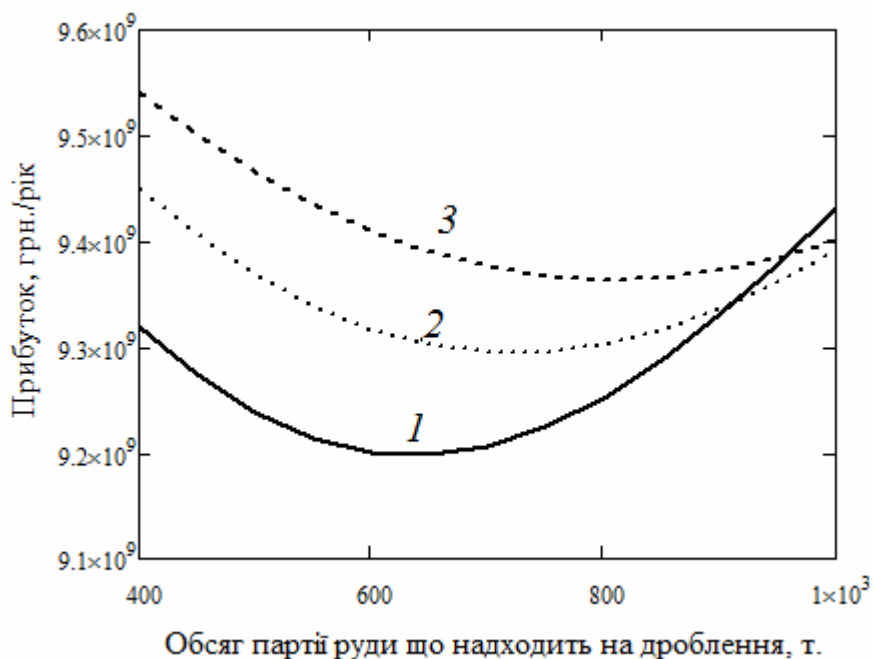
1 – розрахований вплив обсягів поставок при продуктивності дробарки ККД $Q=2100$ т./год; 2 – -//- при $Q=2400$ т./год; 3 – -//- при $Q=2700$ т./год.

Рисунок 2.30 - Вплив обсягів поставок руди на виробничу собівартість 1 т. концентрату



1 – розрахований вплив обсягів поставок при продуктивності дробарки ККД $Q=2100$ т./год; 2 – -//- при $Q=2400$ т./год; 3 – -//- при $Q=2700$ т./год.

Рисунок 2.31 - Вплив обсягів поставок руди на чистий дохід за рік



1 – розрахований вплив обсягів поставок при $Q=2100$ т./год; 2 – -//- при $Q=2400$ т./год; 3 – -//- при $Q=2700$ т./год.

Рисунок 2.32 - Вплив обсягів поставок руди на прибуток річний прибуток підприємства від реалізації залізорудного концентрату

Графік на рис. 2.30 вказує, що характер залежності собівартості 1 т. залізорудного концентрату від обсягів поставок має нелінійний характер, але екстремум цієї залежності відображає максимум собівартості. З графіків на рис 2.31 і 2.32 видно, що загальний вигляд залежностей доходу і прибутку з реалізації концентрату від обсягів поставок руди фактично співпадає із аналогічною залежністю обсягів виробництва концентрату (рис.2.29). Прибуток залежить від обсягів поставок нелінійно, і майже для всіх їх значень використання дробарок більшої продуктивності виявляється прибутковішим. Зниження прибутку із ростом обсягів поставок руди для випадку високопродуктивних дробарок відбувається довше і спостерігається навіть тоді, коли рівень прибутку для випадку дробарки із нижчим показником продуктивності вже почав збільшуватись. Теоретично ступінь використання економічного потенціалу підприємства, що застосовує дробарку з продуктивністю 2100 т./год, при великих обсягах одиничних поставок, може бути вищий за рівень використання відповідного потенціалу підприємством, що використовує дробарки продуктивністю 2400 т./год і 2700 т./год.

Відповідне підвищення ступеню і ефективності використання виробничого потенціалу підприємства констатується на основі того, що при розрахунках використовувалось однакове значення продуктивності пункту навантаження.

Збільшення обсягів поставок руди сприяє поступовому збільшенню виробничої собівартості, але до певного рівня, при досягненні якого, вона

поступово зменшується. Із впливом обсягів поставок на дохід і на прибуток підприємства, спостерігається обернена ситуація: функції чистого прибутку і доходу від реалізації концентрату поступово спадають, наближуючись до своїх найменших значень на відрізку, при досягненні яких починають поступово збільшуватись. Точки екстремумів зміщується по осі абсцис при різних значеннях продуктивності дробарки крупно-кускового дроблення. Залежності економічних показників збагачення для різних значень продуктивності дробарки розраховувались при однаковому рівні собівартості переробки руди до концентрату. Все це свідчить про необхідність розрахунку характеру впливу обсягів поставок на економічні показники діяльності для виробничих умов конкретного підприємства.

Проаналізуємо чутливість прибутку від реалізації концентрату, як показника ступеня використання економічного потенціалу підприємства, до збільшення обсягів поставок руди. Збільшення обсягів поставок і відповідна їй зміна прибутку розраховується за формулами:

$$\Delta M_j = -\frac{M_1 - M_j}{M_1} 100 \quad \text{і} \quad \Delta \Pi_j = \frac{\Pi_1 - \Pi_j}{\Pi_1} 100, \quad (2.43)$$

де ΔM_j – відносне збільшення обсягів поставок, %;

M_1 – найнижче (базове) значення обсягів поставок;

$-(M_1 - M_j)$ – j -та абсолютна величина збільшення обсягів поставок $j=1, \dots, n$;

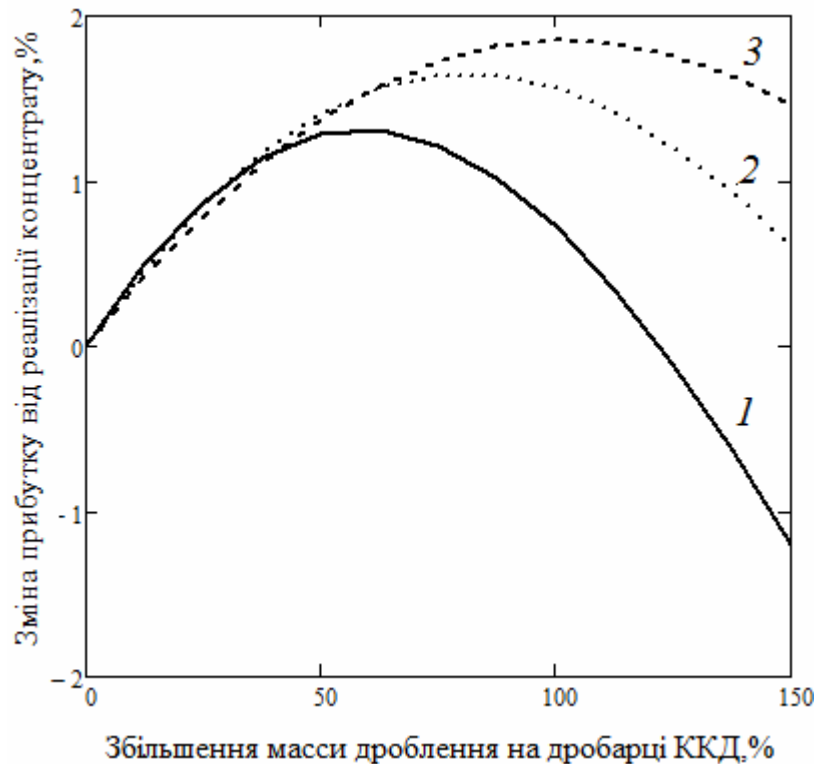
$\Delta \Pi_j$ – відносне збільшення прибутку, %;

Π_1 – базове значення прибутку;

$(\Pi_1 - \Pi_j)$ – j -та величина збільшення обсягів поставок.

Залежність зміни ступеню використання економічного потенціалу від зниження обсягів поставок руди представлено на рис.2.33. У якості базового значення обсягів поставок прийнято $M_1=400$ т.

Зміна прибутку має неоднаковий характер для випадків різної продуктивності дробарок ККД. Збільшення маси партії руди на 50% (на 200 т.) призводить збільшення прибутку від реалізації в однаковому відносному розмірі (1%) для всіх трьох моделей. При цьому подальше збільшення обсягів партій для ККД продуктивністю 2100 т./год. спричинює зниження прибутку підприємства: при збільшенні маси партій поставок на 100% (800 т.) зміна прибутку взагалі не відбувається. А для рівня продуктивності дробарки 2400 т./год. і 2700 т./год. зміна прибутку підприємства все ще має позитивне значення : 1,5% і 1,9% відповідно.



1 – розрахований вплив обсягів поставок при $Q=2100$ т./год; 2 – –//– при $Q=2400$ т./год; 3 – –//– при $Q=2700$ т./год.

Рисунок 2.33 - Взаємозв'язок зниження обсягів поставок руди прибутку від реалізації концентрату

Розрахунок економічних показників на основі обсягів поставок має практичне значення: вплив обсягів поставок руди на економічні показники збагачення необхідно враховувати при оновленні елементів ГТК, а саме – при плануванні оновлення парку думпкарів і тягових машин. З іншого боку, у вищеперерахованих залежностях не враховувалась складова внутрішньозмінної нерівномірності поставок руди. Тож для того, щоб описані залежності були успішно застосовані на практиці, окрім механізму планування оновлення елементів ГТК з урахуванням впливу динамічних параметрів рудоподачі, необхідно розробити механізми зниження нерівномірності постачання сировини на переробку. Така розробка практичних і методичних рекомендацій по підвищенню ефективності використання економічного і виробничого потенціалів ГТК становить основну задачу наступного розділу.

Основні результати розділу 1 опубліковані в науковій праці автора [121-122].

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО ПІДВИЩЕННЮ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

3.1 Розробка методичних рекомендацій по підвищенню рівномірності подачі руди впродовж зміни

3.1.1 Визначення факторів і причин внутрішньо-змінної нерівномірності подачі руди на дроблення

Як було продемонстровано в попередньому розділі, вищі ступінь і ефективність використання виробничого і економічного потенціалів гірничо-збагачувального підприємства можуть бути досягнуті за рахунок збільшення періоду подачі руди. Проте поставки руди прив'язані до планової змінної продуктивності пункту навантаження. В той же час, обсяги партій руди, що надходять на дроблення, обмежені експлуатаційними характеристиками думпкарів і тягових агрегатів, а їх збільшення відносно деякого рівня, як було показано в п.2.4., взагалі може призвести до зниження ефективності використання виробничого і економічного потенціалів підприємства. Це свідчить про те, що збільшення періоду поставок руди за рахунок збільшення їх обсягу в умовах діючих підприємств, що наразі не проводять оновлення устаткування гірничо-транспортного комплексу, практично неможливо. З іншого боку, поставкам руди притаманна неритмічність і нерівномірність. На періоді подачі це відображається в тому, що після тривалих перерв, викликаних, наприклад, аварією, поставки руди відбуваються у більш щільному режимі задля виконання планів по обсягам поставок.

Досягти збільшення найменшого періоду подачі можна шляхом зменшення найтриваліших періодів поставок, що, по суті, означає їх «стабілізацію» або забезпечення внутрішньо-змінної рівномірності роботи ГТК. Для її забезпечення необхідно виявити причини і фактори, які зумовлюють різницю в інтервалах між поставками впродовж зміни. На основі аналізу досліджень, присвячених організації роботи гірничо-збагачувального виробництва, в тому числі і питанням ритмічності виробництва, основні фактори, що впливають на рівномірність подачі руди впродовж зміни, можна об'єднати в наступні групи за їх природою: технологічні, технічні, погодні, організаційні і економіко-соціальні. У випадку, якщо виробництво організовано так, що руда одразу з кар'єру направляється на дробарно-збагачувальне виробництво, минаючи перевантажувальні пункти, до вищеперерахованих факторів також додадуться гірничо-геологічні, але, оскільки в даній роботі така організація виробництва не розглядається, цю групу до переліку включати не будемо. Більш докладно фактори рівномірної подачі руди на дроблення представлено на рис.3.1.



Рисунок 3.1 - Фактори, що формують внутрішньо-змінну рівномірність поставок руди з перевантажувального пункту на фабрику дроблення

Причини виникнення внутрішньо-змінної нерівномірності поставок руди, по суті, представляють з себе несприятливий для діяльності ГТК збіг факторів рівномірної подачі руди і можуть бути згруповані по таким же групам. Перелік основних причин виникнення аритмічності поставок руди з перевантажувального пункту на дробарну фабрику представлено в таблиці 3.1. Слід зазначити, що системна нерівномірність подачі руди на дроблення найчастіше є наслідком дії одразу декількох причин. Наприклад, в результаті недотримання норм планового огляду і ремонту кар'єрного транспорту він

відмовляє. В той же час, у випадку, якщо технологією виробництва на конкретному комбінаті передбачений бункер-накопичувач руди перед фабрикою дроблення, вищезазначена відмова обладнання може зовсім не відобразитись на рівномірності й інтенсивності живлення дробарного комплексу. Якщо ж такий бункер відсутній, затримка в доставці руди через поломку і її ліквідацію може бути причиною невиконання змінного і навіть добового плану виробництва.

Таблиця 3.1 Причини неритмічної і нерівномірної подачі руди на дроблення

Група	Причини
Погодні	Зледеніння електропроводів, снігові замети та інші погодні умови при яких технічно неможливо або з позицій охорони праці заборонено здійснювати транспортування.
Соціально-економічні	Нестача кваліфікованих кадрів, незадовільний стан трудової дисципліни, відсутність матеріальної зацікавленості робітників у результатах праці і т.д.
Технічні	Технічна застарілість обладнання: - транспортного; - навантажувального; - дробарного. Перебої в електропостачанні, тощо.
Організаційні	Неузгодженість сумісного функціонування навантажувального і транспортного обладнання, наукова і технологічна необґрунтованість виробничих планів, недотримання норм планового огляду і ремонту обладнання, неефективність системи забезпечення паливно-змащувальних матеріалів, неефективність системи управління ГТК або окремих її підсистем і т.д.
Технологічні	Відсутність акумулюючих руду бункерів перед технологічною лінією дроблення.

Причини і фактори виникнення нерівномірності і неритмічності поставок руди можуть бути:

- прямими – такими, що безпосередньо впливають на рівномірність поставок руди (аварія, плани виробництва і т. д.);
- опосередкованими – такими, що непрямо впливають на рівномірність поставок руди.

Слід зазначити, що саме опосередковані причини і фактори спричиняють системну і постійну неритмічність і нерівномірність подачі руди.

По відношенню до підприємства причини і фактори нерівномірної подачі руди на дроблення можуть бути:

- зовнішніми – здебільшого це погодні умови;
- внутрішніми – технологічні, технічні, організаційні і соціально-економічні.

З позицій керованості фактори, що формують внутрішньо-змінну рівномірність поставок руди з перевантажувального пункту на дробарну фабрику можуть бути:

- керованими;
- умовно-керованими;
- некерованими.

З позицій можливості усунення причини виникнення неритмічності поставок руди можуть бути:

- такі, що повністю усуваються;
- такі, що усуваються в певній мірі;
- такі, що неможливо усунути.

З огляду на вищеперераховані фактори і причини неритмічної та нерівномірної роботи ГТК, а також на науковий напрямок даного дослідження постає необхідність встановлення причин внутрішньо-змінної нерівномірності поставок руди на дроблення, описаної в розділі II. Той факт, що нерівномірність поставок співпадає зі змінним розкладом роботи, вказує на причини соціально-економічного або організаційного характеру. Системний характер внутрішньо-змінної нерівномірності подачі руди також свідчить про дію опосередкованих причин. В результаті диспетчерських спостережень за роботою машиністів тягових агрегатів було виявлено, що зазначені робітники часто спізнюються і в момент запланованої змінним розкладом здачі зміни не можуть завчасно опинитися в пункті її прийому-здачі. Підвищена інтенсивність поставок всередині робочої зміни іноді спричинювала чергу думпкароскладів на розвантаження, простій транспортного обладнання і складнощі у диспетчерському регулюванні руху, пов'язані із забезпеченням розходження локомотивів на залізничних шляхах. Було помічено, що на початку робочої зміни середня швидкість руху локомотивів вища, ніж у кінці. І, хоча план обсягів доставок руди найчастіше виконується, дотримуватись внутрішньозмінної рівномірності поставок робітники ГТК матеріально незацікавлені. Також у деяких випадках мали місце нераціональне використання робочого часу. Все це свідчить про низький рівень трудової дисципліни і про незацікавленість машиністів тягових машин у результатах праці. Укріплення трудової дисципліни є задачею наукової організації праці на гірничо-збагачувальному комбінаті [123].

Під трудовою дисципліною розумітимемо закріплена правом та іншими соціальними нормами система трудових відносин в колективі, спрямована на підтримку належного порядку в процесі здійснення трудової діяльності [124]. Норми поведінки працівників встановлюються одразу декількома суб'єктами управління. Це може бути причиною існування багатьох підходів у групуванні методів управління дисципліною. Так в праці [124] виділено три групи методів

управління дисципліною: переконання, стимулювання і примусу. В роботі [125] методи управління дисципліною об'єднані в чотири групи, за їх природою:

- економічні методи дозволяють створити ситуацію, що дає можливість працівникам задовольнити свої потреби, інтереси, забезпечити реалізацію принципу соціальної справедливості. Економічні методи ґрунтуються на використанні системи матеріального стимулювання через заохочення та винагороди.

- виховні методи — це переконання працівників у потребі творчого підходу до роботи, відповідальності за результати власної праці, точності, охайності при виконанні своїх обов'язків і розпоряджень керівників.

- організаційні методи — це створення нормальних умов праці, її організація.

- правові методи — це примус, переконання, заохочення.

Правові методи управління трудовою дисципліною тісно пов'язані з трудовим договором. Але обов'язок дотримуватись трудової дисципліни належать до тих, що виникають окрім угод через закон [126]. З позицій Українського законодавства [127] трудова дисципліна на підприємствах, забезпечується створенням необхідних організаційних та економічних умов для нормальної високопродуктивної роботи, свідомим ставленням до праці, методами переконання, виховання, а також заохоченням за сумлінну працю. Порушенням трудової дисципліни є невиконання або неналежне виконання працівником з його вини своїх трудових обов'язків (розпоряджень адміністрації, правил внутрішнього трудового розпорядку, посадових інструкцій і т.д.) [128].

Законодавство про оплату праці ґрунтується на Конституції України [129] і складається з Кодексу законів про працю України [127], Закону України "Про оплату праці"[130], Закону України "Про колективні договори і угоди" [131] та інших законодавчих актів України. Заходи дисциплінарного впливу на робітників описані лише в Кодексі законів про працю України. За порушення трудової дисципліни до працівника може бути застосовано тільки один з таких заходів стягнення:

- 1) догана;
- 2) звільнення.

Застосування дисциплінарних стягнень за порушення трудової дисципліни за підходом [124] характерне для методів примусу. Протягом строку дії дисциплінарного стягнення заходи заохочення до працівника не застосовуються, тому застосування догани до працівника, з одного боку, повністю відповідає існуючим нормам законодавства, а з іншого, усвідомлення можливості застосування догани до робітника опосередковано створює матеріальну зацікавленість у дотриманні трудової дисципліни і зокрема – у дотриманні правил внутрішнього трудового розпорядку, тобто застосування догани до працівника має риси економічних методів управління дисципліною. Щодо заходів економічного стимулювання ритмічної роботи робітників

видобувної промисловості вже відомо декілька систем матеріального стимулювання, запропонованих в роботах, проаналізованих раніше. Цікаво, що для забезпечення ритмічності роботи в наукових дослідженнях досі не описано і не обґрунтовано застосування штрафів, хоча в роботах радянських років можна зустріти опис порядку застосування штрафів і санкцій підприємством-споживачем за недотримання постачальником договірної дисципліни [132].

В даному випадку саме застосування знижень премії за порушення трудової дисципліни, порівняно із запровадженням системи стимулювання, видається більш ефективним. Це впливає з того, що дотримання трудової дисципліни є, по суті, прямим обов'язком працівника, а не трудовим досягненням і тому не підлягає преміюванню. Незалежно від того, чи були до працівника, що порушив трудову дисципліну, застосовані відповідні стягнення, він може бути повністю, або частково позбавлений премії чи винагороди [133].

Постає необхідність розробки системи дисциплінарного контролю і включення її до трудових договорів окремих категорій робітників, правил внутрішнього трудового розпорядку і/або положення (статуту) про дисципліну визначених категорій робітників.

3.1.2. Розробка системи контролю дотримання трудової дисципліни робітниками гірничо-транспортного комплексу

Процес контролю складається із визначення стандартів, порівняння їх із фактично досягнутими результатами та проведення корегуючи дій [134]. Необхідно розробити і кількісно оцінити можливі порушення трудової дисципліни, що впливають на режим роботи підприємства або його елементів та можуть призвести до матеріальних втрат, втрат робочого часу або травматизму на виробництві. До таких порушень, що можуть впливати на час циклу складу думпкарів і на відхилення його від нормативного можна віднести:

- перевищення тривалості перерв, відпущених на особисті потреби;
- відхилення швидкості руху локомотиву від встановлених норм;
- затримка у прийомі зміни, що виникла за провинною працівника;
- технічно і організаційно необґрунтована затримка в пунктах навантаження і розвантаження руди і т. д.

Ступінь затримок або порушень по кожному з вищезазначених пунктів може бути різним: від незначного (допустимого) до такого, що впливає на розклад і ефективність роботи підрозділів. Під допустимими затримками матимемо на увазі таку тривалість затримки, про яку встановлено, що вона не впливає на розклад роботи підприємства і тому не являє собою порушення правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства. В даній роботі пропонується оцінити кожне з порушень робітником гірничо-транспортного комплексу дисципліни і правил внутрішнього трудового розпорядку за шкалою балів. Бали за різні порушення, скоєні впродовж визначеного (критичного) терміну, підсумовуються, і при досягненні їх суми певного рівня премія

працівника знижується на деяку кількість відсотків пропорційно до суми накопичених балів і відповідно – кількості порушень. Дещо схожа система була запропонована в роботі [135] для мотивації працівників до дотримання безпечних умов праці в галузі будівництва, щоправда, замість балів, у відповідність до порушень правил техніки безпеки ставились відсотки, на які знижувалась премія працівника. Така система передбачала штрафування за кожне одноразове порушення, що, можливо, цілком виправдане для випадку контролю техніки безпеки. Проте для контролю дотримання дисципліни доцільно застосовувати санкції саме за системне порушення дисципліни. Тобто працівник повинен отримувати догану за систематичне порушення трудової дисципліни, а не за накопичену впродовж необмеженого періоду кількість порушень. Застосування санкцій за системні, а не разові порушення дає працівнику розуміння соціальної справедливості системи контролю дотримання дисципліни, що разом із зрозумілістю її принципів є умовами ефективної системи оплати і стимулювання праці [136]. З іншого боку, за законодавством, власник або уповноважений ним орган повинен зажадати від порушника письмового пояснення до застосування стягнення, а порушник має право оскаржити стягнення і пояснити дисциплінарне порушення [127]. У випадку застосування стягнень за разове і незначне порушення, робітники вимушені будуть постійно звертатись до відповідних служб підприємств, що ускладнить їх роботи і може призвести до витрат робочого часу. Окрім того, покарання за незначне порушення, що виникло лише раз, може знизити, або знищити мотивацію працівника [137].

Перелік конкретних порушень і їх допустимий розмір (для таких порушень, які можна виміряти кількісно) повинні визначатися комісією у складі спеціалістів підприємства на основі дослідження трудового процесу за допомогою фотохронометражу і фотографії робочого місця. Для забезпечення дотримання прав працівників до складу комісії обов'язково повинні ввійти представники правозахисних організацій, представник трудового колективу, представники відділу охорони праці підприємства, юристи з трудового права. Комісія повинна визначити і оцінити:

- 1) перелік дисциплінарних порушень;
- 2) розмір допустимих порушень (для таких порушень, що можна оцінити);
- 3) кількість штрафних балів, що нараховується за кожне порушення;
- 4) період часу (критичний термін), за який підсумовуються бали за порушення;
- 5) рівні критичної кількості балів і відповідні їм відносні розміри зниження премії;
- 6) порядок дострокового зняття з працівника стягнення;
- 7) перелік посадових осіб (керівників служб і підрозділів), відповідальних за подання звітності про допущені дисциплінарні проступки до бухгалтерії.

Критичний термін доцільно прийняти сумірним із строками і термінами нарахування заробітних плат. Перелік порушень, відповідна їм кількість штрафних балів, їх граничні розміри, а також відповідний їм відсоток зниження премії визначається окремо для кожної спеціальності і кваліфікації, з врахуванням факторів, що впливають на рівномірність роботи підрозділу і кадрової політики підприємства. У процесі визначення порушень і їх вартості в вищеописаній системі балів комісія повинна враховувати всю сукупність факторів, що впливають на рівномірність подачі руди на дроблення (див. рис.3.1).

Визначені комісією положення повинні бути затверджені керівництвом у відповідних документах: правилах трудового розпорядку, трудових договорах, положенні про дисципліну або дисциплінарному кодексі, доведені до відома робітників гірничо-транспортного комплексу і завжди бути доступними їм для ознайомлення у вигляді таблиці із шкалою штрафних балів за дисциплінарні порушення. Приклад такої шкали у найбільш загальному вигляді із такими видами дисциплінарних порушень, що найбільш розповсюджені на будь-яких підприємствах, представлено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Приклад шкали штрафних балів, що нараховуються за дисциплінарні порушення

Порушення	Величина порушення (для таких порушень, що можна оцінити)	Кількість штрафних балів
Запізнення	<15 хв.	-
	15-60 хв.	2
	>60 хв.	5
Залишення робочого місця раніше закінчення робочого дня	<15 хв.	-
	15-60 хв.	2
	>60 хв.	5
Паління у не придатних для цього місцях	-	1
Прогул	-	15
Порушення правил техніки безпеки	-	в залежності від порушення

По закінченню критичного терміну сума балів порівнюється із шкалою критичних рівнів, що відображає відносний розмір зниження премії. Приклад такої шкали наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Приклад шкали критичних рівнів сум штрафних балів

Номер рівня	Критичні границі рівнів, балів	Відсоток зниження премії, %
1	<10	-
2	10-15	10
3	16-24	15
4	25-35	25
5	>35	Винесення догани

Як видно з таблиці 3.3, система контролю дотримання трудової дисципліни, хоча і передбачає застосування штрафів, але не обмежується лише ними і може передбачати застосування догани у якості максимального покарання за системне грубе порушення трудової дисципліни впродовж критичного терміну. Серед переліку можливих порушень дисципліни доцільно передбачити такі, які одразу караються доганою, оминаючи зниження премії. До таких порушень можна віднести, наприклад, появу на робочому місці в нетверезому стані. Премія робітника, що впродовж критичного терміну скоїв дисциплінарне порушення, буде знижуватись на величину:

$$Ш = Пр \cdot \frac{ш}{100\%}, \quad (3.1)$$

де $Пр$ – премія робітника, грн.,

$ш$ – відсоток, на який знижується розмір премії, відповідно до прийнятої шкали критичних балів, %.

Описана система може бути модифікована для бригадних форм оплати праці: бали за порушення трудової дисципліни одного працівника нараховуються на рахунок всієї бригади. Відповідно, при досягненні граничних значень кількості балів, стягнення застосовується до всіх працівників бригади. Але така система контролю дисципліни буде більш ефективна для застосування в умовах підземної розробки родовищ, адже саме в робочих умовах шахтарів є передумови для виникнення високого ступеня психологічної сумісності і чіткої організованості [138], внаслідок чого шахтарі однієї бригади добре знають і довіряють один одному. В такому разі розмір зниження премії бригади розраховується так само за формулою (3.1).

На основі проведених спостережень було встановлено, що машиністам локомотивів для доведення локомотивоскладів до пункту передачі зміни іноді доводилось затриматись на робочому місці понад встановлену тривалість робочого дня. Роботи, виконані понад встановлену тривалість робочого дня, представляють з себе надурочні роботи і повинні оплачуватись відповідно до чинного законодавства [127].

Для досягнення підвищення рівня трудової дисципліни за рахунок санкцій до робітника, що її не дотримується, необхідно забезпечити моніторинг

стану дотримання правил внутрішнього трудового розпорядку, техніки безпеки і належного порядку в процесі здійснення трудових обов'язків. Відповідальними за моніторинг простоїв і затримок доцільно призначити диспетчерську службу. Такий вибір обумовлений тим, що ця служба є споживачем статистичної інформації про режим роботи обладнання, простої, обсяги вантажопотоку і т.д. Адаже в сучасних АСУ ГТК передбачена можливість для машиніста передавати до диспетчерського центру інформацію про початок та закінчення зміни, тип простою, і т.д., в них також використовують системи просторової ідентифікації і позиціонування мобільного об'єкту.

3.1.3 Підвищення рівномірності поставок руди за рахунок корегування графіку змінності

Досягти підвищення рівномірності поставок руди можна не лише економічними методами, але і за рахунок організаційних заходів. Організаційно-управлінські заходи зі зниження витрат через нерівномірність товаропотоку, що надходить саме впродовж доби та зміни, знайшли своє обґрунтування в теорії і практиці роботи функціонування складу. В рамках теорії управління запасами розроблена велика кількість економіко-математичних моделей, що дозволяють в деякій мірі оптимізувати функціонування складського господарства в залежності від умов, обмежень і мети (цільової функції), що поставлені в задачі. Для випадку оптимізації ресурсів (в тому числі і площ) за умови внутрішньодобової нерівномірності товаропотоку в роботі [139] розроблена оптимізаційна модель, що здійснює зниження витрат за рахунок управління:

- чисельністю транспортно-навантажувального обладнання кожного виду;
- кількістю і часом початку робочих змін працівників;
- чисельністю і складом кожної зміни.

Чисельність транспортного обладнання визначається з формул за типом тих, що наведені в розділі 2 даної роботи, чисельність машиністів тягових агрегатів кожної зміни визначається з кількості одиниць відповідного обладнання. Корегування часу початку кожної зміни для підвищення ефективності роботи залишається досі недостатньо описаним, але перспективним способом підвищення ефективності роботи відділу. Наприклад, в статті [140] для товаропотоків із регулярними коливаннями навантаження пропонується організувати роботу складського господарства так, щоб на «пікові» значення товаропотоку забезпечувалась присутність двох змін робітників на ділянці: робітники другої зміни заступали на робочу зміну через три години після початку першої.

Проте поставки руди з кар'єру на дробарну фабрику відрізняється від товаропотоку, що надходить на склад підприємства. Поставки та їх нерівномірність формуються в рамках самого підприємства. Тягові агрегати, що здійснюють перевезення руди від пункту перевантаження до дробарно-збагачувального виробництва, як правило, закріплені за постачальником і споживачем і повертаються у зворотному напрямку в порожньому стані [90]. Постачальником в даному випадку доцільно вважати кар'єр в цілому, а не перевантажувальні пункти, розподіл складів одиниць транспорту між якими здійснюється у відповідності до прийнятої на кар'єрі системи управління гірничо-транспортним виробництвом. Велика кількість гірничо-збагачуваних комбінатів у своїй виробничій структурі передбачають декілька сировинних баз. Наприклад, сировинною базою для ЦГЗК є одразу три кар'єри на базі Глеюватського, Петрівського та Артемівського родовищ, а також шахта ім. Орджонікідзе, а до складу Північного ГЗК входять два кар'єри: Першотравневий і Ганнівський [141].

Вдосконаленню режимів праці робітників кар'єрів присвячені дослідження Нагібіна П.В. і його колег [142-144], що мали на меті визначення раціонального режиму праці і відпочинку шляхом порівняння й аналізу експериментальних даних про продуктивність праці, фізіологічний стан і умови праці машиністів екскаваторів кар'єрних забоїв впродовж тижня та зміни. За результатами цих досліджень були сформовані заходи по вдосконаленню організації виробництва, праці, а також заходи соціального характеру. У звіті [144] зазначається, що час початку робочих змін робітників Мало-Чкалівського і Шевченківського кар'єрів були зміщені один відносно одного на півгодини. Автори [144] рекомендують ввести єдиний для всіх кар'єрів ГЗКу чотирьохзмінний графік праці і відпочинку – це мало б спростити роботу диспетчерів. Проте з моменту проведення дослідження [144] процес диспетчерського керування вдосконалився за рахунок розробки і впровадження автоматизованих систем управління гірничо-транспортним комплексом.

В даній роботі з метою підвищення рівномірності поставок руди на дроблення пропонується рознести у часі початок і кінець зміни для машиністів тягових агрегатів, що здійснюють поставки руди з різних кар'єрів. Для гірничо-збагачувальних підприємств, що працюють у безперервному режимі, таке зміщення початку і кінця змін дозволить стабілізувати поставки руди впродовж всієї доби. В періоди, коли спостерігається спад поставок руди з одного кар'єру через прийом-здачу зміни, поставки руди з іншого не припиняються. Тобто пропонується організувати поставки руди «у протифазі» до коливань, що формуються самим підприємством. Проте змістити час початку роботи, як для складського господарства, на три-чотири години, тобто на півзміни, для транспортного відділу, що здійснює доставку руди з перевантажувального пункту до дробарної фабрики, видається занадто складним, особливо якщо графік змінності передбачає роботу в дві зміни по 12 годин. Тому для транспортного підрозділу, що здійснює транспортування руди з

перевантажувального пункту до дробарної фабрики і працює в дві зміни по 12 або в три зміни по 8 годин, можливе зміщення початку-кінця робочої зміни на 2 години. Для підрозділу, що працює в чотири зміни, по 6 годин – на одну годину.

Зміщення початку зміни частини транспортного підрозділу відносно тієї його частини, що здійснює транспортування за іншим маршрутом не потребує додаткових витрат у випадку, якщо вихід на зміну за новим графіком для бригад, закріплених за деяким маршрутом, буде відбуватися раніше. У випадку, якщо графік роботи машиністів змінюється таким чином, що відповідні бригади вийдуть на зміну на декілька годин пізніше, ніж за попереднім графіком, підприємство вимушене буде залучити машиністів, що відпрацьовують останню зміну за початковим розкладом, до надурочних робіт. Це пов'язано з необхідністю виконання вантажно-розвантажувальних робіт з метою недопущення або усунення простою рухомого складу чи скупчення вантажів у пунктах відправлення і призначення [127].

Для демонстрації впливу прийнятого графіку змінності робітників гірничо-транспортного комплексу на рівномірність подачі руди, представимо, спочатку динаміку надходження сировини на дробарну фабрику впродовж доби. За даними про надходження руди впродовж доби з кожного кар'єру ЦГЗКоку на фабрику дроблення за вересень 2011 р. була побудована гістограма накопичення, що відображена на рисунку 3.2.

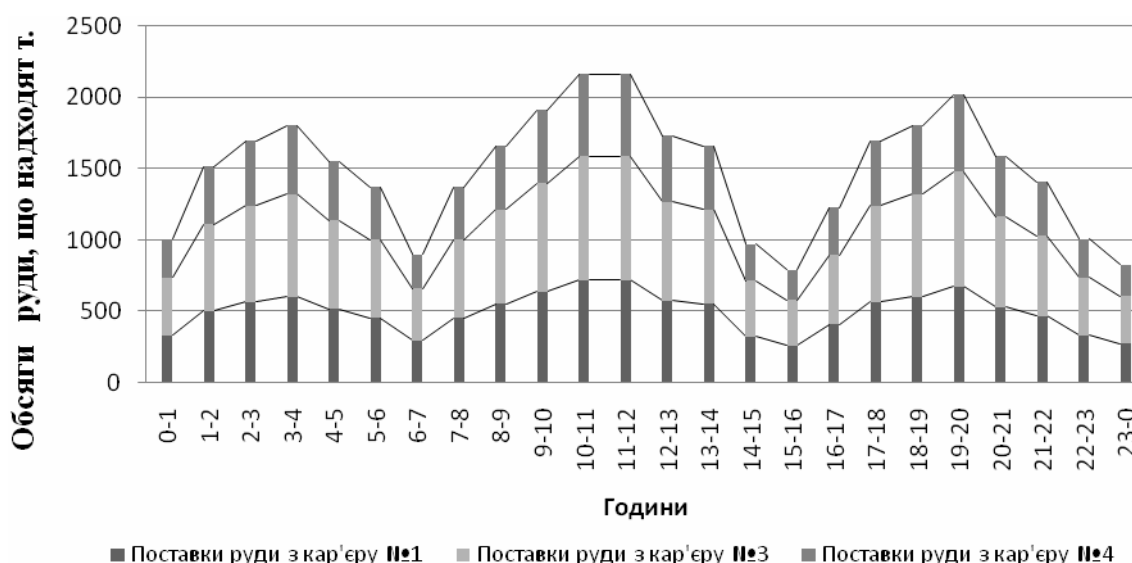


Рисунок 3.2 - Динаміка обсягів руди, що надходять на фабрику дроблення ЦГЗКоку за добу при прийнятій організації рудоподачі

Графік на рис. 3.2 багато в чому співпадає з графіком 2.27, що логічно, оскільки високий обсяг надходжень руди є наслідком підвищеної інтенсивності поставок у відповідні години. В даній роботі пропонується змістити початок

робочої зміни машиністів складів думпкарів, що доставляють руду з кар'єру № 1 на одну годину пізніше, а для тих хто доставляє руду з кар'єру № 4 на одну годину раніше, відносно початку зміни машиністів локомотивів, що транспортують руду з кар'єру №3. Діаграму накопчення для такої організації графіків змінності можна отримати змістивши початкові дані про час надходження локомотивів з відповідного родовища на годину раніше або пізніше. Відповідна діаграма накопчення представлена на рис. 3.3.

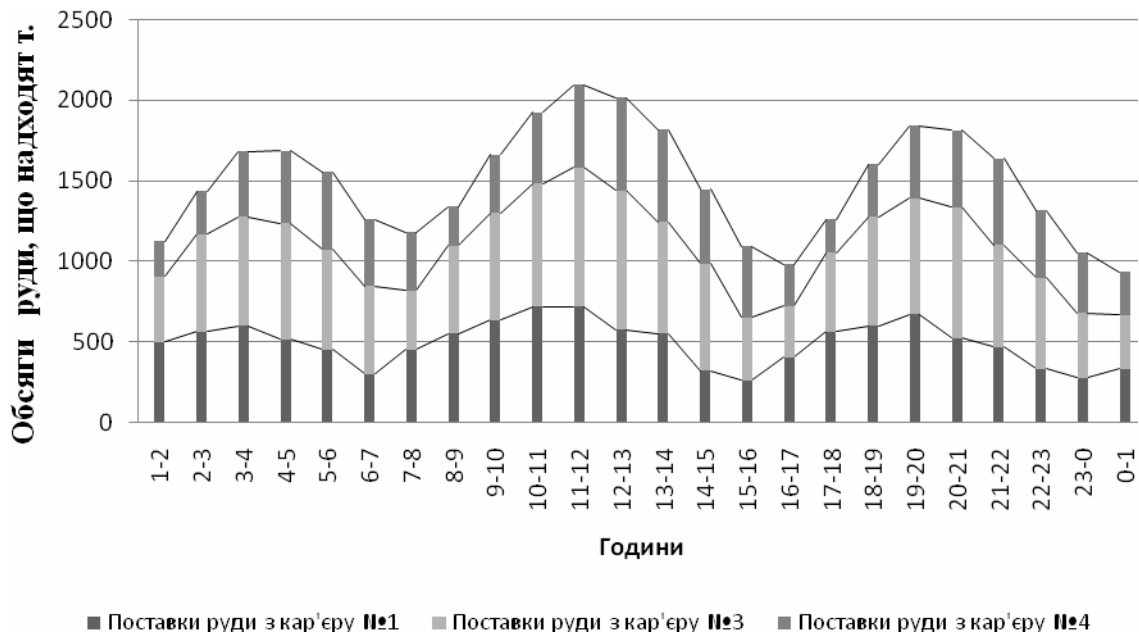


Рисунок 3.3 - Динаміка обсягів руди, що надходять на фабрику дроблення ЦГЗКоку за добу за умови прийняття нового графіку змінності

З графіків на рис. 3.2 і 3.3 видно, що при синхронізації графіків змінності машиністів тягових агрегатів трьох маршрутів спостерігається більший розмах коливань обсягів поставок руди впродовж зміни, порівняно з випадком, коли відбувається зміщення графіку змінності машиністів локомотивів. Можна констатувати, що зміщення графіків поставок руди з різних кар'єрів відносно один одного сприяє підвищенню рівномірності поставок руди впродовж зміни.

Підвищення рівномірності призводить до зниження інтенсивності надходжень партій руди на дроблення всередині зміни. Це призводить до збільшення періоду подачі руди в такі інтервали робочого дня, за рахунок чого може бути досягнуто підвищення ступеня і ефективності використання економічного потенціалу підприємства.

3.2 Розробка вимог до модуля системи підтримки прийняття рішень під час планування оновлення парку локомотивів гірничо-транспортного комплексу

В економічних дослідженнях присвячених питанням функціонування гірничо-транспортного комплексу більшість уваги приділяється проблемам, що виникають в процесі діяльності технологічного (кар'єрного) транспорту. Яскравим прикладом цього є низка робіт, присвячених питанням оновлення й інвестування в технологічний автомобільний транспорт. Хоча розрахунок інвентарного парку автотранспортного цеху відбувається або для окремих типів машин, або для всього парку [145], а під час вибору моделі автотранспорту враховуються гірничо-технологічні умови конкретного родовища [146], оновлення кар'єрного автопарку гірничого підприємства є предметом економічних досліджень. В роботі [147] запропонована методика оцінки програми інвестицій в технологічний автотранспорт на основі дисконтованих грошових потоків та системи показників, в яких враховано стан машин, ступінь їх використання, та вплив умов експлуатації транспорту. Досліджень, які були б присвячені питанням оновлення залізничного транспорту, що здійснює рудопостачання дробарно-збагачувального виробництва гірничо-збагачувального підприємства, проведено недостатньо.

В процесі проектного аналізу економічному аналізу передують технічний, що визначає множину і значення придатних для роботи даного підприємства технічних характеристик нового обладнання. На основі результатів технічного аналізу підбирається декілька варіантів оновлення парку рухомого складу ГТК.

Економічний аналіз зводиться до зіставлення витрат і вигід для кожного варіанту інвестування. Оскільки ГТК є структурним елементом всього гірничо-збагачувального підприємства, то і витрати і вигоди для кожного варіанту оновлення повинні бути розраховані для всього підприємства. Під час планування оновлення основних фондів часто використовується метод дисконтування, в рамках якого вибір варіанту інвестування здійснюється на основі відповідних показників економічної ефективності інвестиційних проектів [148]:

- чистого приведенного прибутку;
- індексу доходності;
- внутрішньої ставки доходності;
- дисконтованого терміну окупності;
- коефіцієнта рентабельності та інші .

В формулах розрахунку по кожному з вищеперерахованих показників присутня сума чистого грошового потоку. Грошові потоки підприємства формуються шляхом об'єднання грошових потоків від операційної, інвестиційної і фінансової діяльності. Як було показано раніше, дохід (виручка) від реалізації концентрату і складає власне більшу частину позитивного грошового потоку від операційної діяльності.

В попередньому розділі цієї роботи було продемонстровано, як обсяги поставок руди через динамічні параметри рудоподачі впливають на собівартість, дохід від реалізації і прибуток підприємства. Тож в процесі проведення економічного аналізу проектів оновлення залізничного транспорту ГТК, його реструктуризації або реалізації організаційних і технологічних рішень, що впливають на обсяги або періодичність поставок руди, слід приймати значення валової собівартості, доходу і прибутку від реалізації, розраховані з урахуванням динаміки рудоподачі, що, як було показано, багато в чому визначаються технічними характеристиками одиниць рухомого складу ГТК.

Практична складність розрахунку економічних показників діяльності за методикою описаній в п.2., визначена необхідністю використання інтегрального числення, розрахунку δ -функції і т.д., що вказує на очевидну необхідність використання засобів обчислювальної техніки. Окрім того, під час проектного аналізу, для ефективного планування елементів витрат або доходів часто необхідні дані по статтях калькуляції, а також розмірах і структурі доходів. Для планування оновлення транспортного парку ГТК також необхідна інформація про технологічний процес, коротко- і довгострокові виробничі плани і т.д. Постає необхідність створення спеціалізованої інформаційної системи, яка здійснювала б розрахунок показників економічної ефективності при плануванні оновлення основних засобів гірничо-збагачувального підприємства, тобто – системи підтримки прийняття рішень (СППР). Це комп'ютеризована система, яка взаємодіє з іншими системами, задля надання допомоги менеджерам у процесі прийняття рішень [149]. Створювана СППР повинна забезпечувати менеджеру підприємства легкий доступ до моделей і роботу з ними.

Те, що для функціонування СППР необхідна інформація від різних служб і підрозділів підприємства, визначає її мережеві зв'язки з цими підрозділами або з корпоративною базою даних. З іншого боку, для проектного аналізу потрібна визначена кількість інформації, а необхідність відбору і обробки даних із всієї корпоративної бази даних ускладнює роботу менеджера. Це визначає архітектуру СППР, що передбачала б застосування вітрин даних – зріз сховища даних, що представляє собою масив тематичної, вузьконаправленої інформації, орієнтований, наприклад, на користувачів однієї робочої групи або департаменту. Можлива архітектура СППР оновлення основних виробничих засобів гірничо-збагачувального підприємства представлена на рис. 3.4.

СППР оновлення основних виробничих засобів необхідно бути достатньо універсальною для розрахунку економічної ефективності оновлення або технічного переозброєння будь-якого типу обладнання виробничого ланцюга гірничо-збагачувального комплексу. У той самий час СППР повинна бути достатньо гнучкою для можливості доповнення її модулями, котрі здійснювали б техніко-економічну оптимізацію характеристик нового обладнання. Модуль є функціонально закінчений фрагмент програми, оформлений у вигляді окремого

файлу з вихідним кодом або поименованої безперервної його частини, призначений для використання в інших програмах.

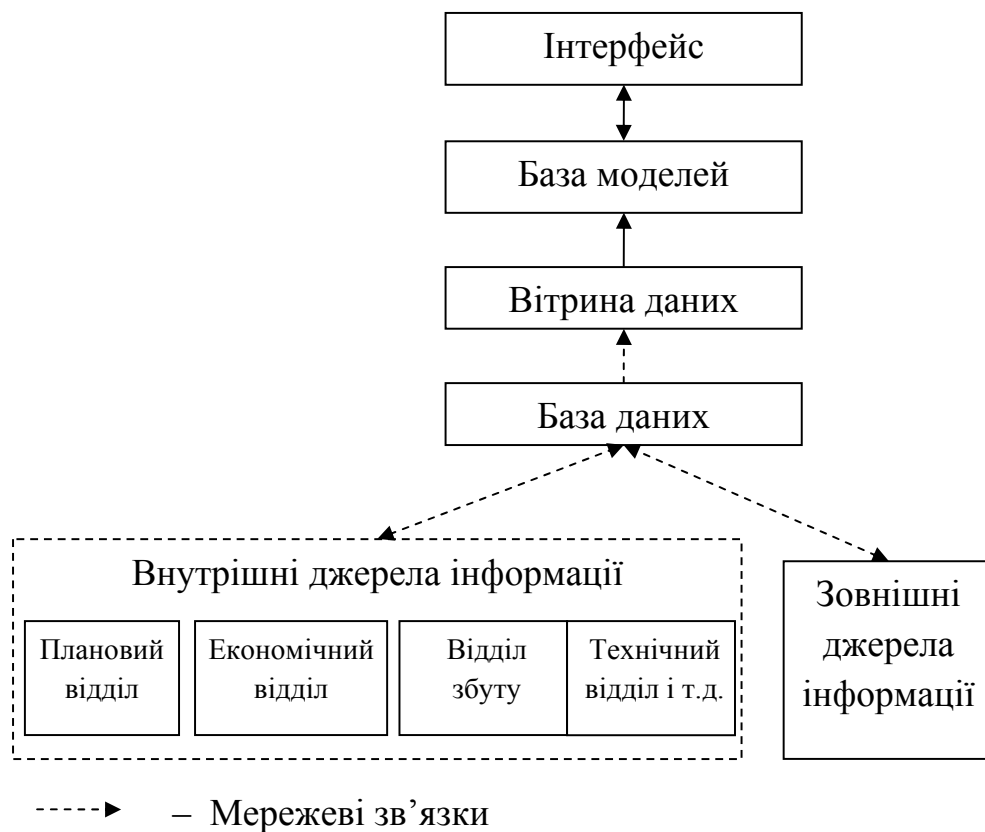
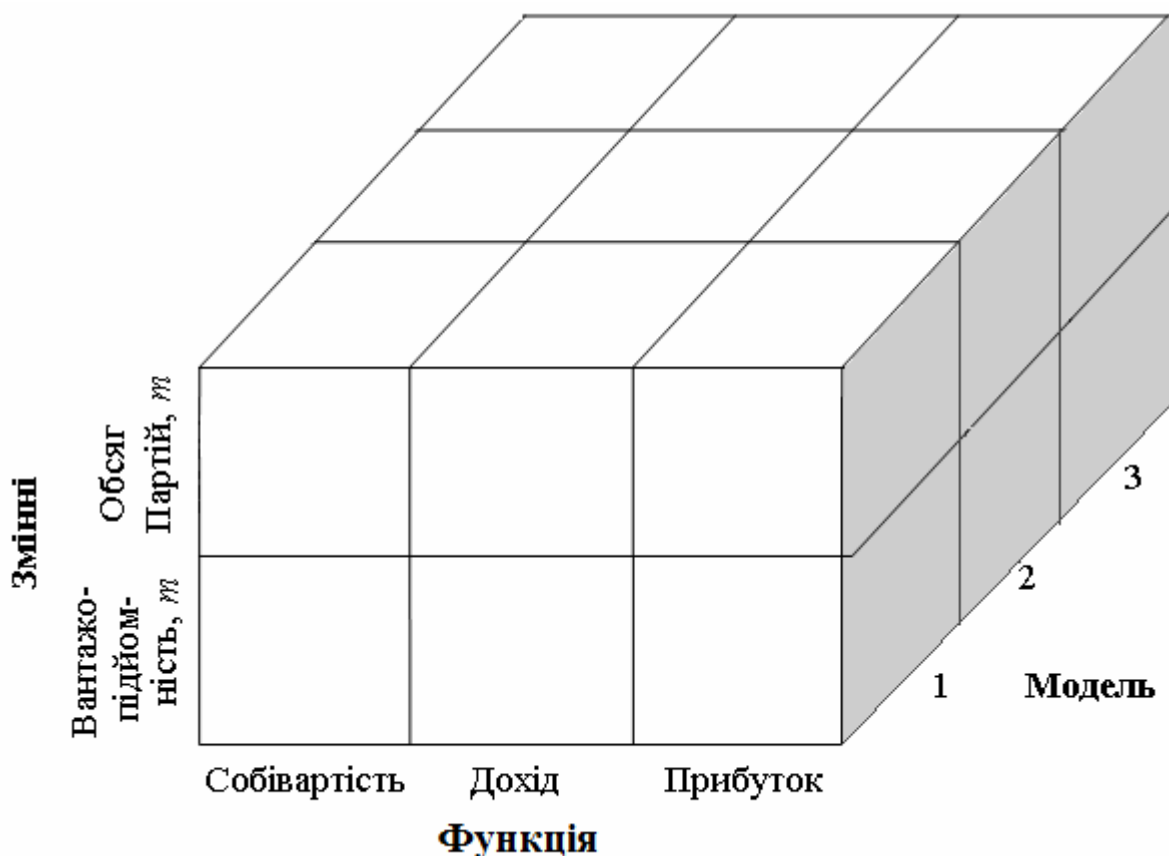


Рисунок 3.4 - Архітектура СППР оновлення основних засобів гірничо-збагачувального підприємства

Оскільки обсяг партій подачі руди впливає на техніко-економічні показники, для розрахунку такого впливу доцільно створити спеціальний модуль СППР оновлення основних виробничих засобів. Модуль розрахунку впливу обсягів поставок руди на економічні показники збагачення під час планування оновлення парку рухомого складу ГТК призначений для розрахунку собівартості, доходу від реалізації і прибутку гірничо-збагачувального підприємства за моделями, які описані в розділі 2 даної роботи. Вказані показники збагачення можна розрахувати для двох змінних: вантажопідйомності думпкарів і обсягів всієї партії. Також розрахунок можливий за трьома моделями: моделі, заснованій на основі регресійної залежності, алгоритмічній моделі впливу динамічних параметрів рудо подачі на прибуток підприємства (випадок, коли $\beta(D)$ – функція коливань якості руди) і алгоритмічній моделі впливу динамічних параметрів рудоподачі на прибуток підприємства (випадок, коли $\beta=const$). Все це визначає наявність бази моделей даного модуля, структуру якої для кращого розуміння можна зобразити графічно на рис. 3.5.



1 – аналітична модель з детермінованими значеннями вмісту заліза в руді β ; 2 – аналітична модель в якій значеннями вмісту заліза в руді $\beta(D)$ розраховується по рівнянню регресії; 3 – регресійна модель.

Рисунок 3.5 - Тривимірне представлення бази моделей модуля розрахунку впливу обсягів поставок руди на економічні показники збагачення

Вибір моделі для розрахунку здійснюється менеджером через діалогові вікна інтерфейсу. Алгоритм роботи з модулем представлено на рис.3.6.

Перелік необхідних вхідних даних буде відрізнятися в залежності від обраних змінної, цільової функції і моделі. Під час введення даних вказується, для якої кількості варіантів інвестування, що розглядаються, необхідно розрахувати економічні показники збагачення. Для кожного варіанту необхідно ввести технічні характеристики обладнання і витрати на його придбання, функціонування і обслуговування.

Формою виведення результатів є таблиця економічних показників збагачення для кожного варіанту інвестування. Отримані значення можуть бути використані для альтернативного розрахунку показників економічної ефективності інвестиційних проектів.

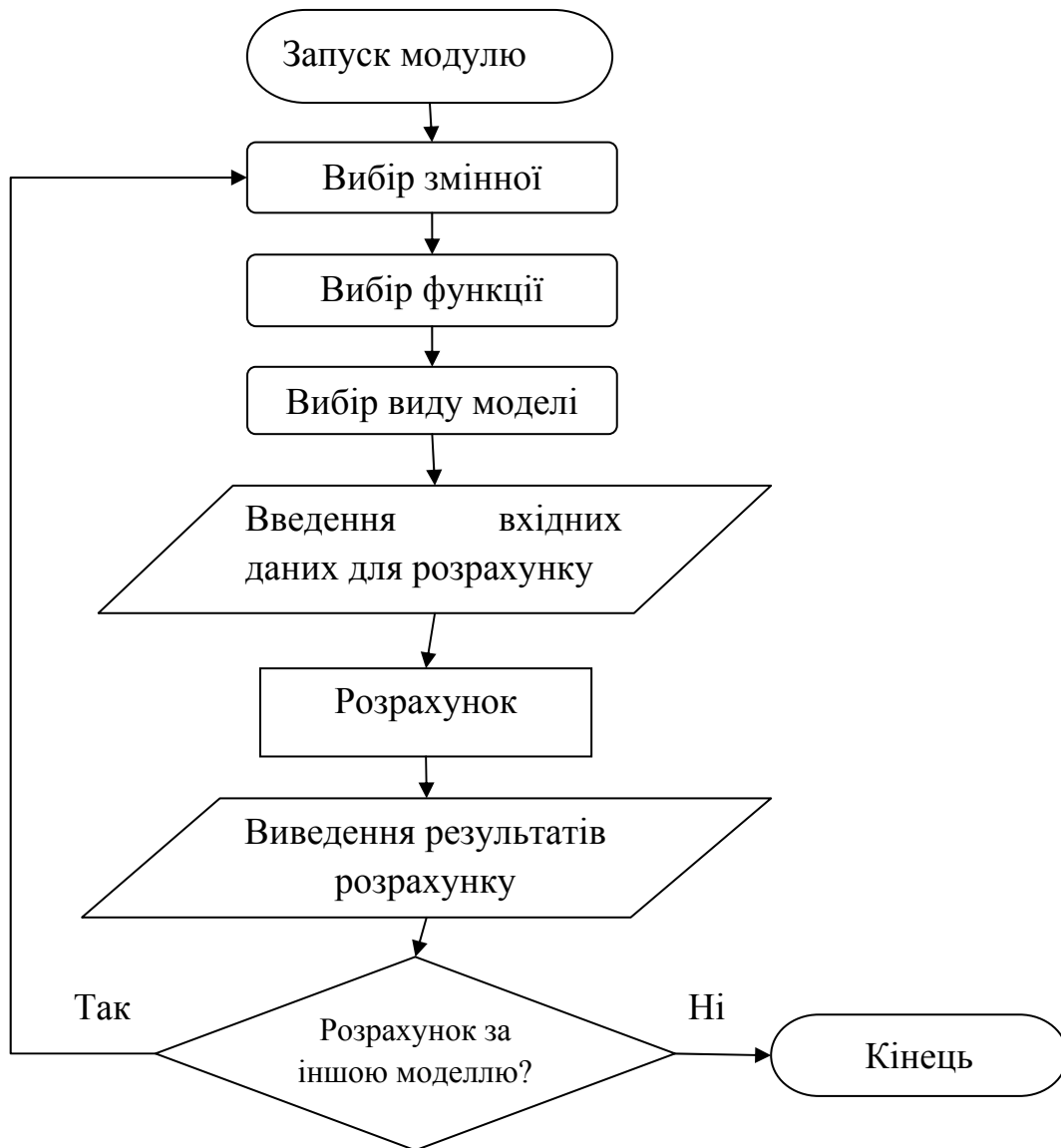


Рисунок 3.6 - Алгоритм роботи з модулем розрахунку впливу обсягів поставок руди на економічні показники збагачення

Розрахунок впливу обсягів поставок руди на економічні показники збагачення з метою ефективного планування оновлення парку залізничного транспорту підприємства являє собою відносно одноразову проблему, що виникає перед підприємством раз на декілька років. Тому модуль для таких розрахунків доцільно створити на базі вже існуючих відносно дешевих і, бажано, розповсюджених СППР-генераторів, що представляють з себе специфічне програмне забезпечення СППР. Такою програмою є Microsoft Excel, що широко використовується при бізнес-плануванні й оцінці інвестиційних проектів [149]. Цей програмний продукт застосовується як на вітчизняних [150], так і на закордонних [63, 151] підприємствах видобувної галузі для

планування виробництва, визначення його оптимального обсягу, межі рентабельності і т.д.

Хоча Microsoft Excel дозволяє створювати відносно нескладні СППР зі зручним інтерфейсом користувача, він дещо обмежений у проведенні операцій інтегрування. Операції інтегрування дозволяють здійснювати інші програми для математичних і інженерних розрахунків, наприклад, Mathcad. Проте вони не застосовуються у якості СППР-генераторів. Як Mathcad, так і Excel застосовуються в економіці і управлінні гірничим підприємством. Окрім того, для проведення оцінки комерційної привабливості інвестиційних проектів в гірничий промисловості використовується програмний продукт «Альт-Інвест», створений на базі Excel [150]. Тому модуль доцільно створити з використанням двох програмних продуктів – він являтиме собою файл Excel, що експортує дані в Mathcad для розрахунку і відкриває його у місці виведення результатів. Схема роботи модулю представлена на рис. 3.7.

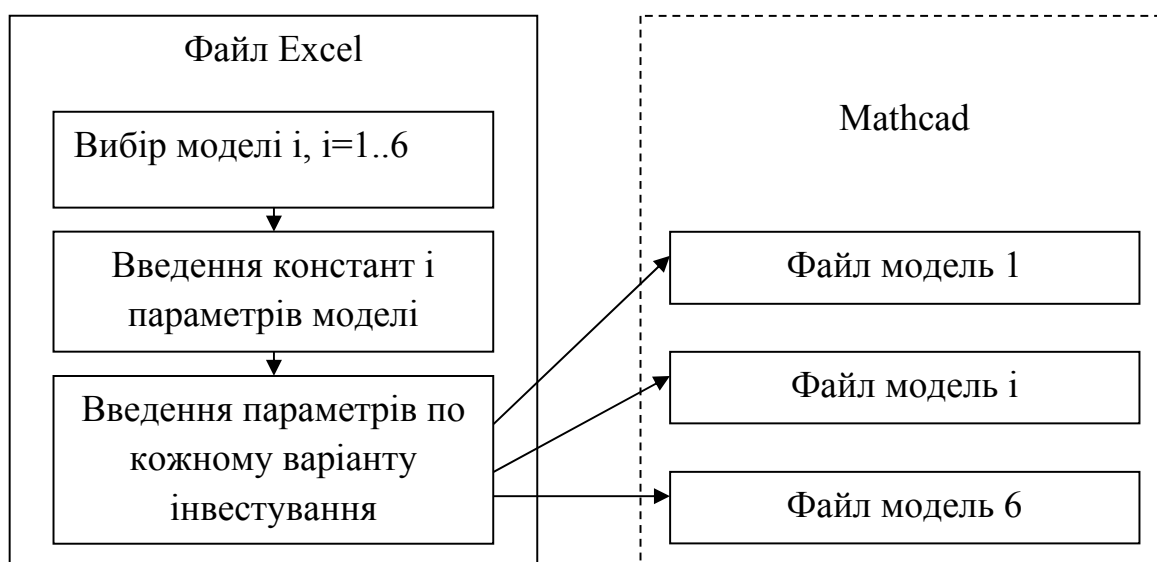


Рисунок 3.7 – Схема роботи модуля розрахунку впливу обсягів поставок руди на економічні показники збагачення

Як видно з рисунків 3.6 і 3.7, під час запуску модуля користувачеві повинен надаватися вибір щодо моделі розрахунку впливу фактора на економічні показники збагачення. Такий вибір користувачеві можна надати за допомогою форми, або за допомогою кнопок переходу, розміщених на робочому листі, як показано на рис. 3.8.

В процесі інтерактивної роботи з модулем розрахунку впливу обсягів поставок руди на економічні показники збагачення повинна бути забезпечена зручність введення констант і параметрів у відповідності до обраної моделі. Це

може бути забезпечено за допомогою форм розроблених індивідуально під кожену модель. Приклад такої форми представлено на рис. 3.9.

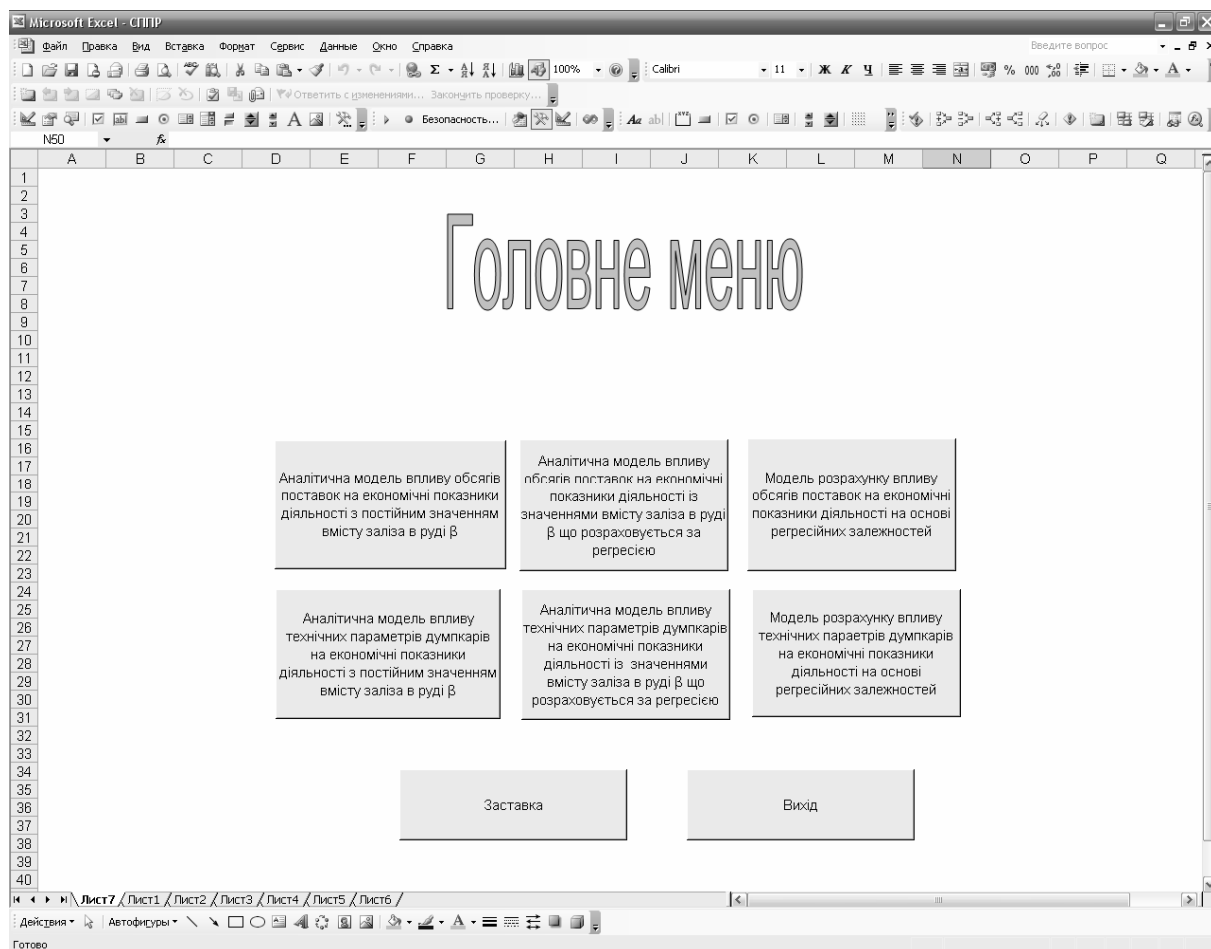


Рисунок 3.8 – Вибір моделі для розрахунку впливу обсягів поставок руди на економічні показники збагачення

В формі на рис.3.9 не представлено місце для заповнення значень обсягів поставок руди (або тари і вантажоємності думпкарів). В рамках даної інформаційної системи параметри варіантів інвестування заповнюються в окремому вікні, після роботи з яким робоча книга Excel зберігається і відкривається файл Mathcad з відповідною моделлю і розрахунками за нею.

Розробка інтерфейсу і бази знань модуля розрахунку впливу обсягів поставок руди на економічні показники збагачення в середовищі Excel дозволяє в подальшому інтегрувати його з додатками оцінки комерційної привабливості інвестиційних проектів, такими, як «Альт-Інвест» та інші.

Основні результати розділу опубліковані в праці авторів [152].

Ввод констант моделі

Середній вміст магнетитового заліза в руді, %	27,8
Середньоквадратичне відхилення вмісту заліза між партіями, %	1,5
Продуктивність дробарки крупно-кускового дроблення (т/год)	2100
Базове значення витягу заліза в концентрат, долі од.	1
Планований вміст заліза в концентраті, %	60
Коефіцієнт захвату немагнітного заліза	1,067
Собівартість переробки 1 т. руди до концентрату, грн	25
Коефіцієнт перетворення для аперіодичної складової дробарної фабрики	1
Коефіцієнт перетворення для складової запізнення	1
Постійна часу дробарної фабрики, с.	10800
Постійна часу бункеру, с.	21600
Тривалість зміни, год	8
Запланований обсяг переробки за зміну, т.	1500
Ціна за 1 відсоток заліза в 1 т. концентрату, грн.	5
Обсяг переробки руди за рік, т.	30000000

Застосувати Відміна

Рисунок 3.9 – Форма введення констант моделі для аналітичного розрахунку впливу обсягів поставок на економічні показники діяльності з детермінованими значеннями вмісту заліза в руді β

ВИСНОВКИ

В монографії розкрито і доведено існування закономірностей ефективності використання економічного та виробничого потенціалів гірничо-збагачувальних підприємств, а також показників ступеня їх використання, від динамічних параметрів рудопостачання, що дозволило розробити методичні та практичні рекомендації з підвищення відповідних економічних результатів функціонування підприємства.

У результаті дослідження сутності, складу, особливостей формування та співвідношення економічного і виробничого потенціалів гірничо-збагачувального комбінату визначено, що обмеження на ступінь використання економічного потенціалу формуються під дією зовнішніх факторів. Обґрунтовано, що економічний потенціал формується із взаємовпливу і взаємодії видових потенціалів підприємства та зовнішніх чинників. При цьому виробничий потенціал залежить від власних характеристик виробничої системи і від дії природних факторів, а обмеження на ступінь його використання формуються у внутрішньому середовищі підприємства з огляду на потребу у ресурсах. Виробничий потенціал утворюється у процесі взаємодії його елементів, які в даному дослідженні згруповано за їх функціональним призначенням. Зауважено, що природно-ресурсний потенціал родовища не є складовою частиною ні виробничого, ні економічного потенціалу підприємства, проте є фактором їх формування.

Було проаналізовано існуючі наукові та практичні методи оцінки економічного і виробничого потенціалів. Встановлено, що у відповідності до наявних методів оцінки, прибуток гірничо-збагачувального підприємства від реалізації продукції є складовою його економічного потенціалу, а ріст прибутку сприяє підвищенню розміру цього виду потенціалу підприємства. Досліджено основні науково-практичні підходи до підвищення ефективності використання потенціалу гірничо-збагачувального підприємства, внаслідок чого напрямком даного дослідження обрано економіко-математичне моделювання впливу динаміки подачі руди на прибуток гірничо-збагачувального підприємства, з подальшою розробкою рекомендацій щодо підвищення економічної ефективності рудопостачання.

Побудовано алгоритмічні економіко-математичні моделі впливу тривалості і періоду подачі руди на обсяг виробництва залізорудного концентрату, його собівартість, а також дохід та прибуток підприємства з його реалізації. Аналіз цих моделей дозволив встановити, що залежність обсягу виробництва, доходу і прибутку гірничо-збагачувального підприємства від періоду подачі руди має прямо пропорційний характер. Собівартість 1 т. залізорудного концентрату обернено пропорційна періоду подачі руди. Вплив тривалості подачі рудної сировини на обсяг виробництва, собівартість, дохід і прибуток підприємства від реалізації залізорудного концентрату має нелінійний характер з екстремумами. Причому характер впливу тривалості роботи по руді

на обсяг виробництва, дохід і прибуток протилежний впливові цієї динамічної характеристики на собівартість 1 т. концентрату. Характер залежності рентабельності продажів і рентабельності продукції за валовим прибутком від тривалості та періоду подачі руди аналогічний впливові цих динамічних величин на дохід і прибуток підприємства. За результатами аналізу наукових, практичних та методологічних підходів до оцінки, можна стверджувати, що величина й ефективність використання економічного і виробничого потенціалів прямо пропорційні періоду подачі руди, а від її тривалості залежать нелінійно.

Був проаналізований процес і фактори формування динамічних параметрів рудопостачання. Встановлено, що середні значення періоду і тривалості подачі формуються під дією технічних характеристик транспортного обладнання й обсягів партій поставок руди. Розроблено та досліджено модель впливу обсягів поставок руди на об'єм випуску концентрату і на економічні показники діяльності підприємства. Встановлено, що вплив обсягів поставок руди на розмір і ефективність використання економічного та виробничого потенціалів має нелінійний характер з екстремумом, положення якого зміщується по осі абсцис в залежності від продуктивності дробарки крупно-кускового дроблення.

Для підтримання динамічних режимів поставок руди на рівні, що забезпечує ефективне використання економічного і виробничого потенціалів, у дослідженні розроблено та запропоновано систему контролю дотримання трудової дисципліни робітниками гірничо-транспортного комплексу, що передбачає застосування системи штрафів і знижень премії до працівника, що систематично та грубо порушує трудову дисципліну.

З метою підвищення ефективності використання виробничого й економічного потенціалів гірничо-збагачувального підприємства розроблені і надані практичні рекомендації стосовно організації поставок руди з кар'єру на дроблення, що полягають у зміщенні у часі графіків змінності машиністів локомотивів, які здійснюють поставки руди з різних кар'єрів. Зміщення графіків поставок руди з різних кар'єрів відносно один одного сприяє підвищенню рівномірності поставок руди впродовж доби, збільшенню періоду їх поставок всередині зміни і відповідно – підвищенню ступеня та ефективності використання виробничого й економічного потенціалів.

Задля автоматизації розрахунку впливу параметрів рудоподачі на економічні результати збагачення в дослідженні розроблено відповідний модуль, що може бути інтегрований з системою підтримки прийняття при оновленні парку локомотивів гірничо-транспортного комплексу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Жулавский А. Ю. Анализ экономического потенциала предприятия и его использования / А. Ю. Жулавский // Вісник СумДУ. - 2006. - № 1 (85). - С.54–69.
2. Лапин, Е.В. Оценка экономического потенциала предприятия и механизм ее реализации / Е.В. Лапин // Вестник СумГУ. - 2004. - № 9 (68). - С 109–123.
3. Телиженко А. М. Методические подходы к оценке уровня использования экономического потенциала предприятия / А. М. Телиженко, Е. В. Лапин, Е. В. Кирсанова // Вісник СумДУ. - 2006. - № 1 (85). - С.69 - 83.
4. Леонов С.В. Інвестиційний потенціал банківської системи: методологія формування та використання: дис. ... доктора екон. наук: 08.00.08 / Леонов Сергій В'ячеславович – Суми, 2009. - 452с.
5. Вожжов А. П. Об использовании модели рыночной экономической системы для оценки динамики ресурсного потенциала / А. П. Вожжов, Е. Л. Гринько // Экономика Крыма. - 2003. - № 10. - С. 71 – 76.
6. Калінеску Т. В.Управління податковим потенціалом підприємства / Т. В. Калінеску, О. М. Антіпов // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. - 2005. - Ч. 2, № 2(84). - С. 104–108.
7. Задоя А. А. Народно-хозяйственный потенциал и интенсивное воспроизводство / Задоя А. А. - Киев: Вища школа, 1986. - 154 с.
8. Параконный А. В. Класификация методов оценки экономического потенциала предприятия / А. В. Параконный, С. В. Параконный // Вісник Східноукраїнського Національного Університету ім. В.Даля. - 2006. - Ч. 1, № 4(98). - С. 174 - 178.
9. Коваль Л. В. Економічний потенціал підприємства: сутність та структура / Л. В. Коваль // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Логістика. - 2010. - № 690- С. 59–65.
10. Бачевський Б. Є. Потенціал і розвиток підприємства: [навч. пос.] / Бачевський Б. Є., Заблодська І. В., Решетняк О. О. - К.: Центр учбової літератури, 2009. - 400 с.
11. Степанов А. Я. Категория “потенциал” в экономике [Электронный ресурс] / А. Я. Степанов, Н. В. Иванова. - Режим доступа : <http://www.marketing.spb.ru/read/article/a66.htm>
12. Балацкий О. Ф. Теоретические проблемы оценки экономического потенциала региона, компании, предприятия / О. Ф. Балацкий // Вісник Сумського державного університету. Серія: економіка. - 2004. - № 9 (68). - С 84–95.
13. Рябикіна Н. І. Теоретико-методологічні засади оцінки та оптимізації використання потенціалу промислового підприємства (на прикладі гірничо-збагачувальних підприємств) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд.

еконост. наук: спец. 08.06.01 «Економіка, організація та управління підприємствами»/ Н. І. Рябикіна. – Одеса, 2003. – 19 с.

14. Цибульська Е. І. Управління потенціалом підприємства / Цибульська Е. І. – Харків : Видавництво НУА, 2011. – 284 с.

15. Котирева С. О. Сутність та особливості управління економічним потенціалом підприємства / С. Т. Дуда, С. О. Котирева // Науковий вісник НЛТУ України. – 2007. – № 17.1. – С. 234 – 239.

16. Воронкова А. Е. Підтримка конкурентоспроможного потенціалу підприємства / Воронкова А. Е., Пономарьов В. П., Дібніс Г. І. – К.: Техніка, 2000. – 152 с.

17. Кулешова Т. В. Основы формирования системы программно-целевого управления транспортом региона / Т. В. Кулешова // Вісник СевНТУ : зб. наук. пр. / Севастоп. нац. техн. ун-т. – Севастополь : Вид-во Севастоп. нац. техн. ун-ту, 2009. - Вип. 98: Економіка і фінанси. – С. 67–71.

18. Плаксин В. И. Концепция прогнозирования потенциала предприятия / В. И. Плаксин, Т. В. Кулешова // Экономика Крыма. – 2003. – № 10. – С.8–12.

19. Павленко А. Ф. Маркетинг: [підручник] / А. Ф. Павленко, А. В. Войчак – К.: КНЕУ, 2003. – 246 с.

20. Управління потенціалом підприємства: навчальний посібник / [І. З. Должанський, Т. О. Загорна, О. О. Удалих та ін.]. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 362 с.

21. Янкевич П. А. Экономический потенциал предприятия и методы оценки / П. А. Янкевич // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. – № 12. – С.88–90.

22. Авдеенко В. Н. Производственный потенциал промышленного предприятия / В. Н. Авдеенко, В. А. Котлов. – М.: Экономика, 1989. – 240 с.

23. Ареф'єва О. В. Економічні засади формування потенціалу підприємства / О. В. Ареф'єва, Т. В. Харчук // Актуальні проблеми економіки. – 2008. – № 7(85). – С.71–76.

24. Бачевський Б. Е. Формирование производственного потенциала предприятия / Б. Е. Бачевський, Е. В. Витюк // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля. - 2005. – Ч. 2, № 2(84). – С. 9–14.

25. Розміщення продуктивних сил: підручник / [Ковалевський В. В., Михайлюк О. Л., Семенов В. Ф. та ін.]; під ред. О. Л. Ковалевського. – К.: «Знання», 1998. – 546 с.

26. Вагонова А. Г. Динамика взаимодействия природной, технологической и экономической компонент горных предприятий / А. Г. Вагонова, С. В. Салли // Науковий вісник НГУ. – 2007. – № 5. – С. 87–90.

27. Афанасьев М.Ю. Моделирование производственного потенциала фирмы с учетом факторов неэффективности / М. Ю. Афанасьев // Прикладная эконометрика. – 2006. – № 4. – С.74–89.

28. Выварец А.Д. Экономика предприятия: учебник / Выварец А. Д. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 543 с.
29. Кодекс України про надра: за станом на 1 січ. 2004 р./ Верховна Рада України.– Офіц. вид.– К.: «Ін Юре», 2004. – 178 с.
30. Федосеев В. А. Экономика обогащения железных руд / Федосеев В. А. – Л.: «Наука», 1974.
31. Лукьянчиков Н. Н. Экономика обогащения железных руд / Лукьянчиков Н. Н. – М.: Недра, 1982. – 152 с.
32. Колосков Г. В. Организация экономической работы на горно-обогатительном комбинате / Колосков Г. В. - М.: Недра, 1983. - 168 с.
33. Экономика обогащения руд черных металлов / [Осмоловский В.В., Мацеев В.Г., Ковалевич Н.Л., Бессмертный М.М.]. – М.: Недра, 1972 – 232 с.
34. Моссаковский Я. В. Экономика горной промышленности / Моссаковский Я. В. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – 525 с.
35. Прокопенко В. І. Щодо питання встановлення факторів, що визначають собівартість продукції гірничо-збагачувальних підприємств / В. І. Прокопенко, Д. П. Пілова // Економічний Вісник НГУ. - 2004. - № 1. - С. 30–35.
36. Іщенко М. І. Економічна взаємодія підприємств гірничо-збагачувального комплексу: [Монографія] / Іщенко М. І. ; [за наук. ред. проф. В.І.Прокопенка.]. – Д.: Видавничий дім «Андрій», 2007. – 288 с.
37. Экономика, организация, планирование и управление на горно-обогатительном комбинате черной металлургии / [Коновалов Л. А., Бочкарев Б. Н., Жернаков Ю. И. и др.] – М.: Недра, 1986 – 214 с.
38. Варава Л.Н. Стратегическое управление горнодобывающими предприятиями: [Моногр.] / Варава Л.Н. - Донецк : НАН Украины. Ин-т экономики пром-сти, 2006. - 355 с.
39. Клименко О.О. Управління діяльністю гірничо-збагачувальних комбінатів в умовах організаційно-структурної перебудови: [Монографія] / Клименко О.О. – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2010. – 124 с.
40. Кругла Н. М. Оцінка економічних результатів діяльності гірничо-збагачувальних підприємств: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08.06.01 – «Економіка, організація і управління підприємствами» / Н. М. Кругла. – Кривий Ріг, 2005. – 20 с.
41. Соколов А. В. Потенциал промышленного предприятия: оценка и управление с системных позиций (на примере угледобывающих предприятий с открытым способом добычи): автореф. дис. на соискание уч. степени канд. эконом. наук: спец. 08.00.05 – «Экономика и управление народным хозяйством (специализация – экономика, организация и управление предприятиями, отраслями и комплексами в промышленности)» / А. В. Соколов. – Кемерово, 2007. – 23 с.

42. Трофименко Н. А. Оценка и прогнозирование производственного потенциала предприятия / Н. А. Трофименко // Вісник СумДУ. - 2004. - № 9 (68). - С. 147–157.
43. Журавлёв М. Н. Сравнительный анализ методических подходов к оценке интеллектуального потенциала предприятия / М. Н. Журавлёв // Механізм регулювання економіки. - 2006. - № 2. - С. 99 - 108.
44. Батугина Н. С. Возможности горно рудного предприятия при изменении цен на минеральное сырье / Н. С. Батугина // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – Т.4, № 12. – С.138–145.
45. Пивень В. А. Ценовая политика и качество железорудного концентрата / В. А. Пивень // Metallургическая и горнорудная промышленность. – 2003. – №3. – С. 118–121.
46. Технично-економічна оцінка управління коливальністю якості добиваної залізної руди / [В.А. Пивень, В.А. Романенко, І.Л. Гуменик, і др.] // Матеріали міжнародної конференції "Форум гірників 2006". - Д.: Національний гірничий університет, 2006. – С. 20–25.
47. Новожилов М. Г. Качество рудного сырья черной металлургии / Новожилов М. Г., Ройзен Я. Ш., Эрперт А. М. – М.: Недра, 1977. – 415 с.
48. Дружерученко К. Капитаны песка / Константин Дружерученко // Контракты. - 2008. - N 16-17. - С.26-29.
49. Инструкция по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции на предприятиях черной металлургии. Добыча и обогащение полезных ископаемых. – М.: Финансы, 1965. – 48 с.
50. П(С)БО 16 «Витрати», затверджено наказом МФУ від 19.01.2000 №27/4248, із змінами і доповненнями // Нова бухгалтерія. – 17.04.2006. – С. 136–140.
51. Ломоносов Г. Г. Формирование качества руды при открытой добыче / Ломоносов Г. Г. – М.: Недра, 1975. – 224 с.
52. Кривошеєва А. О. Управління втратами залізорудної сировини як чинник підвищення економічної ефективності гірничо-збагачувального виробництва: дис. ... кандидата екон. наук: 08.06.01 / Кривошеєва Анастасія Олександрівна. – Дніпропетровськ, 2002. – 166 с.
53. Кармазин В. В. Магнитные и электрические методы обогащения / В. В. Кармазин, В. И. Кармазин. – М.: Недра, 1988. – 304 с.
54. Бубнова Г. А. Оптимизация качества руды на гоно-обогащительных комбинатах / Бубнова Г. А., Соков А. Л., Чернегов Ю. А. – М.: Недра, 1978. – 128 с.
55. Курашов С. В. Удосконалення організації технологічних процесів як фактора поліпшення економічних показників гірничо-збагачувального виробництва : дис. кандидата техн. наук : 08.06.01 / Курашов Сергій Володимирович. – Д., 1999. – 19 с.
56. Lundmark R. Simulations of the competitive effects of a horizontal merger in the iron ore industry / Robert Lundmark, Linda Wårell // Iron ore

conference: conf., 19 - 21 Sept. 2005 : article in proceedings. – Fremantle, Western Australia, 2005. – P. 411–418.

57. Bardia Kamrad An Economic Model for Evaluating Mining and Manufacturing Ventures with Output Yield Uncertainty /Bardia Kamrad, Ricardo Ernst // Operations Research. – 2001. – vol. 49, N 5. – P. 690–699.

58. Asad M.W.A. Net present value maximization model for optimum cut-off grade policy of open pit mining operations / M.W.A. Asad, E. Topal // The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy.– 2011.– vol. 111, N 11.– P. 741–750.

59. Cardin, M.-A. Process to Improve Expected Value in Mining Operations. / M.-A. Cardin, R. de Neufville, and V. Kazakidis // Mining Technology: IMM Transactions. – 2008. – vol.117(2). – P. 65–70.

60. Everett J. E. Iron ore handling procedures enhance export quality / J. E. Everett // Interfaces. – 1996. – vol. 26, N 6. – P. 82–94.

61. Everett J. Simulation to reduce variability in iron ore stockpiles / J. Everett // Mathematics and Computers in Simulation. – 1997. – N. 43. – P. 563–568.

62. Everett J. E. Iron ore production scheduling to improve product quality / J. E. Everett // European Journal of Operational Research. – 2001. – N 129. – P. 355–361.

63. Everett J. E. Simulation Modeling of an Iron Ore Operation to Enable Informed Planning / J. E. Everett // Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management. – 2010. – N 5. – P. 101–114.

64. Кармазин В. И. Обогащение руд черных металлов / Кармазин В.И. – М.: Недра, 1982. – 216 с.

65. Нестеров Г. С. Технологическая оптимизация обогатительных фабрик / Нестеров Г. С. – М.: Недра, 1976. – 120 с.

66. ДСТУ ISO 9000:2007 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2007, IDT). – Чинний від 2008-01-01.- К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 29 с.

67. Кислицин В. О. Система управління якістю як основа стратегії конкурентоспроможності підприємства: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08.00.04 – «Економіка та управління підприємством (за видами економічної діяльності)» / В. О. Кислицин. – Маріуполь, 2007. –26 с.

68. Ломоносов Г. Г. Горная квалиметрия / Ломоносов Г. Г. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2000. – 201 с.

69. Грачев, Ф. Г. Управление качеством сырья на горнорудных предприятиях. / Грачев Ф. Г. – М.: Недра, 1977. – 208 с.

70. Грачев, Ф. Г. Теория и практика усреднения качества минерального сырья / Грачев Ф. Г. – М.: Недра, 1983. – 157 с.

71. Бастан П. П. Усреднение руд на горно-обогатительных предприятиях / П. П. Бастан, Н.Н. Болошин. – М.: Недра, 1981. – 280 с.

72. Бызов В.Ф. Управление качеством продукции карьеров / Бызов В.Ф. – М.: Недра, 1991. – 239 с.
73. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Ч. I. Производственные процессы: Учебник для вузов. / Ржевский В.В. - М.: Недра, 1985. – 509 с.
74. Зарайский В. Н. Усреднение руд / Зарайский В.Н., Николаев К. П., Казанский К. В. – М.: Недра, 1975. – 296 с.
75. Арсеньев С.Я. Внутрикарьерное усреднение железных руд / С. Я. Арсеньев, А. Д. Прудовский. – М.: Недра, 1980. – 248 с.
76. Туртыгина Н. А. Обоснование системы стабилизации качества бедных медно-никелевых руд при подземной добыче: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)» / Н. А. Туртыгина. – М., 2009. – 23 с.
77. Ждановских А. А. Влияние процесса усреднения руд на технологические показатели обогащения / А. А. Ждановских, В. Ф. Суховерский, А. А. Ашимбаев // Добыча полезных ископаемых и усреднение руд на карьерах Киргизии. – Фрунзе, Изд-во «Илим». – 1975. – С. 49–59.
78. Влияние колебаний качества рудного сырья на основные технологические показатели обогащения / [А. А. Ещенко, В. Ф. Бызов, В. И. Валентиев и др.] // Metallургическая и горнорудная промышленность. – 1967 – №4 (46). – С. 65–67.
79. Исследование влияния колеблемости качественных параметров рудопотоков карьеров на эффективность обогащения железных руд / [В. А. Пивень, А. В. Романченко, В. В. Шепель, В. В. Панченко] // Metallургическая и горнорудная промышленность. – 2007. – №2. – С. 67–71.
80. Младецкий И. К. Влияние дисперсий и средних значений показателей качества исходной руды на среднее значение показателей и дисперсию качества концентрата / И. К. Младецкий, Ю. И. Тюрня // Збагачення корисних копалин. – 2009. – № 38(79). – С. 29–37.
81. Пивень В. А. Теоретическое обоснование зависимости среднего значения качества железорудного концентрата от среднего содержания железа в исходной руде / В. А. Пивень, И. К. Младецкий, // Вісник КТУ. – 2009. – №23. – С. 62–67.
82. Пивень В. А. Установление зависимости колеблемости качества железорудного концентрат от колеблемости качества исходной руды / В. А. Пивень, И. К. Младецкий, В. В. Панченко // Збагачення корисних копалин. – 2008. – № 34(75). – С. 20–25.
83. Методические рекомендации по усреднению железных руд при открытой добыче [составители: П. П. Бастан, Е. И. Ключкин]. – М.: Недра, 1973. – 120 с.
84. Азарян В. А. Анализ влияния технологических факторов на себестоимость производства железорудных ГОКов Украины [Электронный ресурс] / В. А. Азарян // Разработка рудных месторождений : Научн.-техн. сб. –

2010. – № 93. – С. [1-8]. – Режим доступа к журналу : http://knu.edu.ua/Files/93_2010/09.pdf.

85. Півень В. О. Підвищення ефективності виробництва залізорудного концентрату на основі оптимізації кар'єрних вантажопотоків руди : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.15.03 “Відкрита розробка родовищ корисних копалин” / В. О. Півень. - Кривий Ріг, 2005. - 19 с.

86. Кочура Є. В. Аналіз сучасного стану управління якістю залізорудної сировини / Є. В. Кочура, І. А. Белкіна // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2011. – № 3. – С. 107–113.

87. Kochura Y. An entropy approach to quality management as a part of cost value of iron ore concentrate / Y. Kochura, I. Bielkina // Економічний простір: збірник наукових праць. – 2011.– № 50. – С. 224–232.

88. Кочура Є. В. Вплив якості залізної руди на собівартість залізорудного концентрату / Є. В. Кочура, І. А. Белкіна // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2011. – № 4. – С. 120–126.

89. Анистратов К. Ю. Экономико-математическая модель функционирования предприятия технологического карьерного автотранспорта / К. Ю. Анистратов, М. С. Градусов, В. Я. Стремиллов, М. В. Тетерин [и др.] // Горная промышленность. – 2007. – № 1.– С. 20–24.

90. Шмулевич М. И. АСУ промышленного транспорта / Шмулевич М. И. – М.: «Транспорт», 1976. – 265 с.

91. Ромашкин И. П. Сравнение моделей теории массового обслуживания для карьеров с автотранспортом / И. П. Ромашкин // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 1972.– №2. – С. 29–33.

92. Современные системы управления горно-транспортными комплексами / К. Н. Трубецкой, А. А. Кулешов, А. Ф. Клебанов, Д. Я. Владимиров ; под ред. акад. РАН К. Н. Трубецкого. – СПб.: Наука, 2007. – 306 с.

93. Имитационное моделирование работы перегрузочного пункта при комбинированном автомобильно-железнодорожном транспорте / А. Ю. Дриженко, В. И. Корсун, А.И. Михалев [и др.] // "Матеріали міжнародної конференції "Форум гірників 2006". - Д.: Національний гірничий університет, 2006. – С. 156–162.

94. Астафьев Ю. П. Планирование и организация погрузочно-транспортных работ на карьерах / Астафьев Ю. П., Полищук Г. К., Горлов Н. И. – М.: Недра, 1986. –168 с.

95. Різун Н. О. Розробка комплексної підсистеми організації та планування гірничо-транспортних процесів в залізорудних кар'єрах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08.00.04 “Економіка підприємства і організація виробництва” / Н. О. Різун. – Дніпропетровськ, 1999. – 18 с.

96. Дриженко А. Ю. Управление работой автомобильно-железнодорожным транспортом с экскаваторными перегрузочными пунктами /

А. Ю. Дриженко, М. А. Демиденко, А. А. Рыкус // Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины. – Днепропетровск: РИК НГА Украины. – 2001. – Т. 1, № 11. – С. 51–56.

97. Еременко Ю. И. Оперативное планирование горных работ и управление ими в режиме усреднения руд / Ю. И. Еременко, В. В. Антонов // Обогащение руд. – 2008. – № 6. – С. 3–6.

98. Лебедев А. В. Статистические показатели ритмичности промышленного производства: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. экон. наук. / А. В. Лебедев. – М., 1963. – 20 с.

99. Адамов В. Е. Измерение и анализ ритмичности промышленного производства / Адамов В. Е. – М.: Статистика. 1968. – 64 с

100. Окунь Г.Н. Исследование современного состояния разработки вопросов ритмичности. / Окунь Г.Н. – М.: 1970. - 103 с.

101. Кашубіна Ю. Б. Економічна оцінка та управління ритмічністю діяльності гірничорудних підприємств: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. экон. наук: спец. 08.00.04 “Економіка підприємства і організація виробництва” / Ю. Б. Кашубіна. – Кривий ріг, 2012. – 20 с.

102. Медведев М.Е. Ритмичность работы карьеров и ее влияние на технико-экономические показатели / М. Е. Медведев, М. Г. Мильграм // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 1985. – №6. – С. 67–70.

103. Мизиев Д. А. Материальное стимулирование ритмичной работы путем совершенствования расчетов по заработной плате / Д. А. Мизиев // Горный журнал. – 1976. – №10. – С. 17–21.

104. Сергеев И. В. Влияние ритмичности работы предприятия на качество добываемой руды / И. В. Сергеев, Л. Д. Молодцова, Ю. В. Чередниченко // Горный журнал. – 1973. – № 10. – С.13–14.

105. Ритмичность производства на горном предприятии // Ю. И. Жернаков, Г. В. Парфенов, В. Л. Казакова, Л. Ф. Маджула. – М.: Недра, 1974. – 72 с.

106. Осорын Бурэнжаргал. Разработка методов повышения уровня ритмичности работы погрузочно-транспортного комплекса на рудных карьерах. автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук : спец. 05.15.03 “Открытая разработка месторождений полезных ископаемых” / Осорын Бурэнжаргал; Криворожский ордена Трудового Красного Знамени горный институт – Кривой Рог, 1987. – 22 с.

107. Бызов В.Ф. Управление качеством продукции карьеров / Бызов В.Ф. – М.: Недра, 1991. – 239 с.

108. Вентцель Е. С. Теория вероятностей / Вентцель Е. С. – М.: Наука, Физматгиз, 1969 – 576 с.

109. Транспорт на горных предприятиях / [Кузнецов Б. А., Ренгевич А. А., Шорин В. Г. и др.] ; под ред. Б.А. Кузнецова. – М.: Недра, 1969. – 656 с.

110. Кочура Е. В. Развитие основ автоматизации процессов магнитного обогащения руд с целью энергосбережения: дис. ... док. техн. наук: 05.13.07 / Кочура Евгений Витальевич. – Днепропетровск, 1996. – 311 с.
111. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. Кн. 1 / Левин Б. Р. – М.: Советское радио, 1969. – 752 с.
112. Справочник проектировщика АСУ ТП / [Г.Л. Смилянский, Л.З. Амлинский, В. Я. Баранов и др.] ; под ред. Г.Л. Смилянского. – М.: Машиностроение, 1983. – 527 с.
113. Раєвнева О. В. Модель прогнозування градієнта розвитку машинобудівного підприємства ПуАТ «Харвест»/ О. В. Раєвнева, А. С. Серєда // Вісник Донецького університету [сер. В] : економіка і право [спецвипуск]. – 2011. – Т.2. – С. 226–230.
114. Отчет генерального директора «О результатах финансово-хозяйственной деятельности ПАО «Ингулецкий ГОК» за 2011 год» [Электронный ресурс]: 11 с. – Режим доступа : http://ingok.metinvestholding.com/upload/ingok/shareholders/otchjet_gjenjeral_nogo_dirjektora_pao_ingok_za_2011_godpdf.pdf
115. Румшицкий Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента / Румшицкий Л. З. – М.: Наука, 1971. – 192 с.
116. Введение в математическое моделирование: учеб. пособие / [под ред. П. В. Трусова]. – М.: Логос, 2005. – 440с.
117. Котяшев А. А. Исследование эксплуатации большегрузных автосамосвалов на глубоких горизонтах Ингулецкого карьера / А. А. Котяшев, Ю. И. Лель, Ю. В. Стенин // Карьерный транспорт: труды института горного дела. – Свердловск, 1980. – № 62. – С.52–58.
118. Маслов А. М. Технично-технологические параметры функционирования грузовых станция железнодорожного транспорта в условиях стохастического характера вагонопотока : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук : спец. 05.22.08 „Управление процессами перевозок” / А. М. Маслов. – Екатеринбург, 2009. – 23 с.
119. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов. / Гмурман В. Е. – М.: Высш. школа, 1972 . – с.368.
120. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы / Под ред. О. С. Богданова, В. А. Олевского. - М.: Недра, 1982. - 366 с.
121. Кочура Є. В. Залежність собівартості залізорудного концентрату від динамічних параметрів рудопотоку на виході кар'єру / Є. В. Кочура, І. А. Белкіна // Науковий вісник Національного гірничого університету. Тематичний випуск економіко-правові умови діяльності підприємств. – 2011. – С. 16–21
122. Белкіна І. А. Моделювання впливу обсягів партій поставок руди на собівартість концентрату / І. А. Белкіна // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012 . – № 3. – С. 52–55.
123. Колотий Ю. М. Социально-экономические аспекты научной организации труда на предприятиях горной промышленности / Ю. М. Колотий,

Я. И. Верзилов // Научная организация труда, производства, работ и управления на горнорудных предприятиях. – Днепропетровск: Из-во «Промінь», 1969. – С. 34–38.

124. Управление персоналом организации: учебник / [под ред. А.Я. Кибанова]. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 695 с.

125. Крушельницька О. В. Управління персоналом : навчальний посібник / О. В. Крушельницька, Д. П. Мельничук. – К.: Кондор, 2005. – 308 с.

126. Кожушко С. Трудова дисципліна у системі елементів трудових правовідносин / С. Кожушко // Право України. – 2005. – №9. – С. 89–91.

127. Кодекс законів про працю України: за станом на 31 травня 2008 р. / Верховна Рада України. — Офіц. вид. – К.: Форум, 2008. – 156с.

128. Астановский Г. Б. Комментарий к Уставу о дисциплине работников железнодорожного транспорта СССР / Г. Б. Астановский, Б. А. Рубанова. – М.: Транспорт, 1989. – 224 с.

129. Конституція України : за станом на 1 жовтня. 2011р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – Х.: Фактор, 2011. – 128 с.

130. Закон Про оплату праці : за станом на 1 черв. 2008 р.: відп. офіц. текстові. / Верховна Рада України - К.: Вид. Паливода А. В., 2008. - 22 с. - (Законодавство України) .

131. Закон України Про колективні договори і угоди [Електронний ресурс] : за станом на 9 груд. 2012 р. / Верховна Рада України. – Режим доступа : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/3356-12>.

132. Артемов Ю. М., Карастелин С.А, Материальное стимулирование в системе финансовых отношений / Ю. М. Артемов , С.А Карастелин. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 190 с.

133. Гусева В.С. Дисциплина труда, трудовой распорядок: Практическое пособие / В. С. Гусева, К. В. Сибикеев– М.: Экзамен, 2009. – 254 с.

134. Мескон М. Х. Основы менеджмента / Мескон М. Х., Альберт М., Хедоури Ф.: [пер. с англ.]. – М.: Дело, 1997. – 704 с.

135. Заюков И. В. Мотивация работников к соблюдению безопасных условий труда в отрасли строительства Украины / И. В. Заюков, Л. Г. Бабур, И. С. Гучек // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – №2. – С.18–23.

136. Ветлужских Е. Мотивация и оплата труда: Инструменты. Методики. Практика / Елена Ветлужских. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 133 с.

137. Магура М. И. Секреты мотивации или мотивация без секретов / М. И. Магура, М. Б. Курбатова. – М.: «Журнал «Управление персоналом», 2007. – 653 с.

138. Даянц, Д. Г. Управление персоналом на горных предприятиях : учебное пособие / Д. Г. Даянц, Н. П. Романова. – М.: МГГУ, 2007. – 299 с.

139. Ружицкий В. Е. Формирование сменного графика работы персонала с учетом внутрисуточных неравномерностей товаропотока [Электронный

ресурс] / В. Е. Ружицкий. – С. [1–12]. – Режим доступа к статье: http://www.mnogosmenka.ru/drugoe/rugit/rugit_print.pdf.

140. Иванов А. Пути перехода к посменной работе на складе [Электронный ресурс] / Андрей Иванов. – С. [1–15]. – Режим доступа к статье: http://www.mnogosmenka.ru/drugoe/ivanov/ivanov_print.pdf.

141. Дриженко А. Ю. Відкрита розробка залізних руд України: стан і шляхи удосконалення: [Монографія] / Дриженко А. Ю., Козенко Г. В., Рикус А. О. ; за ред. А.Ю. Дриженка. – Полтава : Полтавський літератор, 2009. – 452 с.

142. Нагибин П. В. Совершенствование режима труда и отдыха рабочих на марганцевых карьерах / П. В. Нагибин, И. В. Багрова, Л. П. Лифанова [и др.] // Научная организация труда, производства, работ и управления на горнорудных предприятиях. – Днепропетровск: Из-во «Промінь», 1969. – С. 28–33.

143. Исследование использования рабочего времени рабочими ведущих профессий при различных графиках сменности на марганцевых карьерах [Текст] : отчет о НИР (заключ.): по теме № 281 / Днепропетровский ордена трудового красного знамени горный институт имени Артема; рук. Нагибин П.В. ; исполн.: Н.Н, Кияшко [и др.].– Днепропетровск, 1972. – с. 65.

144. Эксперимент по выбору рационального сменно-недельного режима труда и отдыха рабочих, занятых на эксплуатации техники циклического и непрерывного действия на карьерах Орджоникидзевогo ГОКа [Текст]: отчет о НИР (заключ.): по теме № 179 / Днепропетровский ордена трудового красного знамени горный институт имени Артема ; рук. Нагибин П.В. ; исполн.: Н.Н, Кияшко [и др.]. – Днепропетровск, 1970.– с.104.

145. Головин Б. С. Перспективные условия транспортирования горной массы на железорудных карьерах и их влияние на производительность оборудования / Б. С. Головин // Карьерный транспорт: труды института горного дела. – Свердловск, 1980. – № 62. – С. 20–24.

146. Карьерный автотранспорт : состояние и перспективы / [Мариев П. Л., Кулешов А. А., Егоров А. Н., Зыряков И. В.] / – Спб.: Наука, 2004. – 429 с.

147. Рева В. П. Эффективность инвестиций в технологический автомобильный транспорт горнорудных предприятий Украины в условиях развития рыночных отношений: дис. ... кандидата экон. наук: 08.07.01 / Рева Виктор Петрович. – Д., 1998. – 163 с.

148. Бланк И.А. Инвестиционный менеджмент: учебный курс / Бланк И.А. – К.: Эльга-Н. Ника-Центр, 2001. – 448 с.

149. Рябых Д. Бизнес план на компьютере / Дмитрий Рябых, Елена Захарова. – Минск: Изд-во «Питер», 2008. – 240 с.

150. Галиева Н. В. Информационные технологии в экономике горного предприятия: учебное пособие / Н. В. Галиева, Ж.К. Галиев. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – 346 с.

151. Lane G. R. Implementation of an economic model at Gold Fields Limited / G. R. Lane, J. H. K. Hudson, E. Bondi // The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy. – 2006. – vol.106, N 12. – P. 807–812.

152. Белкіна І. А. Розробка системи контролю дотримання трудової дисципліни робітниками гірничо-транспортного комплексу / І. А. Белкіна // Сталий розвиток економіки: всеукраїнський науково-виробничий журнал – 2012. – №7. – С. 285-289.

Наукове видання

Белкіна Ірина Анатоліївна

Лепя Роман Миколайович

Кочура Євген Віталійович

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ
РУДОПОДАЧІ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ
ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО
ПІДПРИЄМСТВА**

Монографія

Друкується в редакції авторів

Підп. до друку 25.02.2013. Формат 30x42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 7,1.
Обл.-вид. арк. 9,1. Тираж 300 пр. Зам. №

Підготовлено до друку та видруковано
в Державному ВНЗ «Національний гірничий університет»
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842 від 11.06.2004 р.

49027, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.