

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від 05 вересня 2025 р. № 5

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

**до виконання курсового проекту
з навчальної дисципліни**

«ПРОЕКТУВАННЯ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 184 «Гірництво»
(G16 «Гірництво та нафтогазові технології»)
освітньо-професійна програма «Гірництво»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра маркшейдерії

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри маркшейдерії
протокол від «25» серпня 2025 р. № 7

Розробники: к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії Іськов С.С.

Житомир
2025

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 2

Іськов С.С. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни “Проектування гірничих підприємств” для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 184 «Гірництво» (G16 «Гірництво та нафтогазові технології») освітньо-професійна програма «Гірництво» / **С.С. Іськов.** – Житомир: «Житомирська політехніка», 2025. – 94 с.

Упорядники:

Іськов Сергій Станіславович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

Відповідальний за випуск:

Іськов Сергій Станіславович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Рецензент:

Доцент кафедри, кандидат технічних наук, доцент **В.В. Котенко** (кафедра маркшейдерії, Житомирська політехніка);

Зав. кафедри, кандидат технічних наук, доцент **В.О. Шлапак** (кафедра маркшейдерії, Житомирська політехніка)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 94 / 3

ПЕРЕДМОВА

Метою проекту є:

- вироблення у студентів навичок самостійного використання знань, отриманих на лекціях і практичних заняттях курсу, для вирішення конкретних задач проектування та планування гірничих робіт на кар'єрах;
- закріплення теоретичних основ пройденого матеріалу;
- отримання методичних знань рішення комплексних завдань при проектуванні кар'єрів для найпростіших гірничо-геологічних умов;
- знайомство з довідковою літературою та вміння використовувати її для вирішення поставленого завдання;
- вироблення вміння проводити розрахунок та аналіз основних техніко-економічних показників роботи кар'єру.

Вивчення курсу та виконання курсового проекту студенти направлені на формування наступних компетентностей, визначених стандартом вищої освіти спеціальності 184 «Гірництво»:

ЗК5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

СК5. Здатність до проектування складових систем і технологій гірничо-геологічних підприємств.

СК8. Здатність аналізувати режими експлуатації об'єктів гірництва та виконувати оптимізацію їх функціонування.

СК9. Здатність оцінювати стан і технічну готовність устаткування ланок гірничих підприємств за критеріями забезпечення заданої продуктивності та безпеки експлуатації.

СК10. Здатність застосовувати спеціалізовані пакети прикладних програм для проектних та експлуатаційних розрахунків.

СК12. Здатність застосовувати математичні моделі під час проектування, оптимізації технологічних процесів гірництва.

Отримані знання стануть складовими наступних програмних результатів навчання за спеціальністю 184 «Гірництво»:

РН4. Приймати рішення з професійних питань у важкопрогнозованих особливо небезпечних умовах з урахуванням цілей, строків, ресурсних та законодавчих обмежень, екологічних та етичних аспектів.

РН8. Розробляти технологічні операції та процеси гірничих підприємств.

РН11. Знати вимоги законодавства щодо безпечного ведення робіт і експлуатації обладнання у сфері професійної діяльності, вміння забезпечувати виконання цих вимог у практичних ситуаціях.

РН13. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для визначення технологічних параметрів і показників гірничих підприємств, оцінювати адекватність моделей, їх надійність і точність одержуваних оцінок.

РН16. Проектувати елементи гірничих систем та технологій.

РН17. Застосовувати спеціалізовані пакети прикладних програм під час проектних та експлуатаційних розрахунків параметрів технологічних процесів гірничих підприємств.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 4

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Виконання курсового проекту здійснюється відповідно до індивідуального завдання керівника в установлені терміни. Оцінка виконаного проекту визначається результатами захисту на кафедрі.

Курсовий проект складається з 4 розділів, перші три розділи включають 1-2 теоретичні питання і 1-2 розрахункові проектні задачі за індивідуальними початковими даними. 4-й розділ – викладення теоретичного питання відповідно до індивідуального завдання викладача.

Примірний план і зміст курсового проекту “ПРОЕКТУВАННЯ ГІРНИЧИХ ПІДПРИСМСТВ”

Розділ 1. Основні елементи кар’єру.

В теоретичних питаннях:

- *описати основні елементи кар’єру (борт (робочий, неробочий), уступи, виймальний блок, берми (запобіжна, транспортна), траншеї (капітальна, розрізна, похила), робочі майданчики тощо) та основні параметри кар’єру;*

В практичній частині виконати розрахунок:

- *кутів укосу робочого та неробочого (в кінцевому положенні) бортів за умовами стійкості і врахування розкриття родовища аналітичним та графічним методами.*

Розділ 2. Техніко-економічний аналіз проектних рішень

В теоретичних питаннях:

- *охарактеризувати гірничоекономічні задачі, їх основні види та особливості;*
- *розглянути порядок вибору техніко-економічних критеріїв, розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат, собівартості продукції;*
- *описати метод варіантів, порядок та правила його використання, економічні критерії для оцінки і порівняння варіантів.*

В практичній частині виконати:

- *розрахунок терміну окупності капітальних вкладень методом варіантів;*
- *вибір варіанту транспортування при реконструкції кар’єра методом варіантів.*

Розділ 3. Методи геометричного аналізу кар’єра.

В теоретичних питаннях:

- *описати порядок виконання геометричного аналізу кар’єра, основні методи, які при цьому використовуються.*

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк. 94 / 5

В практичній частині виконати:

- геометричний аналіз кар'єру за методом проф. В.В. Ржевського для похилих і крутих покладів;
- геометричний аналіз кар'єру за методом проф. В.В. Ржевського для горизонтальних і пологих покладів.

Розділ 4. Індивідуальне завдання.

2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ ЗАДАЧ ПРОЕКТУ

2.1. «Визначення кутів укосу робочого та неробочого бортів»

Кути укосу бортів кінцевих контурів повинні бути визначені з максимальною точністю, кути укосів бортів перспективного і проміжних контурів можуть бути визначені наближеними, оскільки в подальшому вони уточнюються з урахуванням досвіду експлуатації.

Кути нахилу бортів кар'єру та відвалів встановлюють за результатами аналізу геологічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних та гірничотехнічних умов родовища, які впливають на стійкість порід у схилах.

Кути укосу повинні задовольняти трьом основним вимогам: стійкості бортів, стійкості уступів і умовам розміщення на них необхідних майданчиків (робочих, транспортних тощо). Заниження кута укосу борту на 2-3° на момент погашення кар'єру приводить до значного збільшення об'єму розкриву (на 10-30%) та непродуктивних витрат на додаткову екскавацію. Завищене значення кута укосу борту в порівнянні із стійким не забезпечує безпеки робіт, порушує режим роботи на кар'єрах, може викликати простої і аварії гірничо-транспортного обладнання й принести значні матеріальні збитки. Завдання проектувальника полягає в тому, щоб прийняти максимальний, але забезпечуючий стійкість кута укосу борту. Збільшення значення кута укосу відносно величини кута стійкості укосів призводить до збільшення об'ємів розкриву.

Значення кутів укосу неробочого борту кар'єру, що забезпечує розміщення майданчиків, залежно від виду транспорту, ширини берм і кутів укосу уступу при простій трасі внутрішніх капітальних траншей, коливаються в основному в межах 35–37°, рідше до 41–42°. Кути укосу робочих бортів кар'єрів коливаються від 3–7° до 20–25°, найчастіше складають 11–18°. Орієнтовні значення кутів уступів наведені у *табл. 1.1-1.2*, а кутів укосів бортів кар'єрів в кінцевому положенні - в *табл. 1.3*.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 6

Таблиця 1.1

**Значення кутів укосів уступів
(за СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007)**

Група порід	Характеристика групи	Породи	Висота одиночного уступу, м	Кут укосу уступа, °		
				робочого	неробочого	
					одиночного	здвоєного (стросного)
I	Міцні породи, $\sigma_{ст} > 80$ МПа	Дуже міцні осадові, метаморфічні і вивержені породи	12–20	до 80	70–75	65–70
		Міцні, слаботріщинуваті і слабовивітрені осадові, метаморфічні і вивержені породи	12–20	до 80	60–65	55–60
		Міцні, тріщинуваті і слабовивітрені осадові, метаморфічні і вивержені породи	12–20	до 75	55–60	50–55
II	Породи середньої міцності, $\sigma_{ст} = 8-80$ МПа	Осадові, метаморфічні і вивержені породи, зони вивітрювання, відносно стійкі у укосах (вапняки, пісковики, алевроліти й інші осадові породи з крем'янистим цементом, конгломерати, гнейси, порфірити, граніти, туфи)	10–15	70–75	50–55	45–50
		Значно вивітрені осадові, метаморфічні і вивержені породи і всі породи, які інтенсивно вивітрюються у укосах (аргіліти, алевроліти, сланці тощо)	10–15	60–70	35–45	35–40
III	Слабкі і незв'язні пооди, $\sigma_{ст} < 8$ МПа	Глинисті породи, повністю дезінтегоровані різновиди всіх порід	10–15	45–50	35–45	35–40
		Піщано-глинисті породи	10–15	40–50	35–45	30–35
		Піщано-гравійні породи	10–15	35–40	30–35	25–30
		Піщані породи	10–15	30–35	30	25

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 7

Таблиця 1.2

**Кути укосів уступів при погашенні гірничих робіт
(за даними Гипроруда)**

Характеристика порід за міцністю	Коефіцієнт міцності за М.М. Прото-дьяконовим	Види порід	Кути укосів уступів при погашенні робіт, °
Дуже міцні	15–20	Гранітоїди, кварцити, габроїди	75–85
Міцні	8–14	Кам'яне вугілля, піщаник, мармур, міцні вапняки, скельні руди	65–75
Середньої міцності	3–7	Буре вугілля, вапняки, напівскельні діабазы, слабкі вапняки і піщаники	55–65
Порівняно м'які	1–2	Піски, супіски, піщані глини, гравій, галька	40–55
М'які і землясті	0,6–0,8	Рихлі відклади, каолінові і монтморилонітові глини, жирні глини, суглинки	25–40

Відповідно до СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007 кути нахилу бортів кар'єру визначають [3]:

- при виконанні ТЕО кондицій – відповідно до даних табл. 1.3;
- при розробці проекту, затвердженої частини робочого проекту та ТЕО будівництва – шляхом розрахунків, що виконуються спеціалізованими організаціями для родовищ зі складними інженерно-геологічними умовами за матеріалами геологорозвідувального звіту про родовище. Обов'язково враховується коефіцієнта запасу стійкості бортів кар'єру (табл. 1.4);

– при розробці робочої документації – шляхом розрахунків, які виконуються спеціалізованими організаціями на основі додаткових досліджень на першочерговому ділянці розробки, а після розкриття родовища та детального вивчення тектоніки, тріщинуватості та опору порід на зсув у масиві – на основі даних натурних досліджень. Також повинен враховуватись коефіцієнта запасу стійкості бортів кар'єру (табл. 1.4).

Кут укосу борту, що забезпечує розміщення майданчиків, звичайно визначається графічною побудовою поперечного перетину борту, виконуваного в масштабі, рідше може бути визначений аналітично. Факторами, що визначають кут укосу борту, є ширина і кількість майданчиків, що залишаються на борту, висота уступів, а також значення стійких кутів укосів уступів, які можуть бути різними на різних горизонтах.

Кут укосу борту кар'єру повинен бути не тільки стійким, але також повинен забезпечувати розміщення на борту транспортних майданчиків, при цьому він буде мати менше значення за кут стійкого укосу борту кар'єра. Ця обставина викликає додаткове рознесення борту і більший додатковий об'єм розкриву. Для

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 8

збільшення кута нахилу борта застосовують штучне зміцнення укосів уступів, влаштовують запобіжні берми похилими тощо.

Таблиця 1.3

**Кути укосів бортів кар'єра
(за СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007)**

Група порід	Характеристика порід, що складають борт кар'єру	Геологічні умови	Орієнтовний кут нахилу бортів кар'єру, °
I	Борти, складені міцними породами. Міцність порід на стиск у зразку $\sigma_{ст} > 80$ МПа	Міцні, слаботріщинуваті породи за відсутності несприятливо орієнтованих поверхонь ослаблення	55
		Міцні, слаботріщинуваті породи за наявності крутопадаючих ($> 60^\circ$) або пологопадаючих ($< 15^\circ$) поверхонь ослаблення	40–15
		Міцні, слаботріщинуваті і тріщинуваті породи при падінні поверхонь ослаблення у бік кар'єру під кутом ($35 - 55^\circ$)	30–45*
		Міцні, слабо тріщинуваті і тріщинуваті породи при падінні поверхонь ослаблення у бік кар'єру під кутом ($20 - 30^\circ$)	20–30*
II	Борти, складені породами середньої міцності. Міцність порід на стиск у зразку $\sigma_{ст} = 8-80$ МПа	Породи відносно стійкі в укосах за відсутності несприятливо орієнтованих поверхонь ослаблення	40–45
		Породи відносно стійкі в укосах за наявності поверхонь ослаблення з падінням у бік кар'єру під кутом ($35 - 55^\circ$)	30–10*
		Породи, що інтенсивно вивірюються в укосах	30–35
		Усі породи групи за наявності поверхонь ослаблення у бік кар'єру під кутом ($20 - 30^\circ$)	20–30*
III	Борти або їх частини, складені слабкими або незв'язаними породами. Міцність порід на стиск у зразку $\sigma_{ст} < 8$ МПа	Поверхні ковзання відсутні або слабкі контакти між пластами та іншими поверхневими ослабленнями (зокрема пластичні глини.). Поверхні ослаблення мають місце у середній чи нижній частинах борту	20–30
		Сильно вивітрілі або повністю дезінтегровані породи, глинисті породи, піски, галечники	15–25

Примітка. * Більшому значенню кута нахилу борту відповідає більше значення кута падіння поверхні ослаблення.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк. 94 / 9

Таблиця 1.4

**Коефіцієнт запасу стійкості
(за СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007)**

Загальна характеристика борту	Коефіцієнт запасу стійкості n_s , залежно від терміну служби бортів та уступів		
	до 3 років	3 – 10 років	більше 10 років
Неробочий борт, складений міцними однорідними породами	1,15	1,20	1,25
Неробочий борт, складений глинистими або тріщинуватими породами	1,20	1,25	1,30
Неробочий борт, складений піщано-глинистими породами	1,20	1,30	1,40
Робочий борт кар'єру	1,20	1,25	-
Укоси робочих уступів	1,10	1,15	-
Укоси уступів неробочого борту, складені глинистими і тріщинуватими породами	1,20	1,30	2,00
Укоси уступів неробочого борту, складені піщано-глинистими породами	1,20	1,30	2,00

Ширина і кількість майданчиків визначаються залежно від способу розкриття. Найчастіше схема розкриття представлена системою наземних гірничих виробок – з'їздів (поступальних, тупикових, комбінованих). Якщо на борту не буде капітальних з'їздів або з'єднувальних берм, то повинні бути залишені берми безпеки і майданчики очищення. Запобіжні берми повинні бути горизонтальними або мати ухил у бік борту кар'єру і регулярно очищатися механізованим способом від шматків породи. Якщо на борту будуть влаштовані капітальні з'їзди або сполучні транспортні берми, то необхідно передбачити майданчики і для них.

Відповідно до «Правил технической эксплуатации при разработке угольных и сланцевых месторождений открытым способом» (1972) та НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом» при погашенні уступів повинні залишатися **запобіжні берми шириною не менше 1/3 відстані** по вертикалі між суміжними бермами з дотриманням загального кута нахилу погашення борта кар'єру, встановленого проектом. Відстань між суміжними запобіжними бермами під час погашення уступів і постановки їх в граничне положення повинна бути визначена проектом, але не більше висоти двох уступів.

При ширині транспортної берми не менше встановленої для запобіжних берм влаштування спеціальної запобіжної берми на цьому горизонті не потрібно.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 10

Завдання

Визначити графічно і аналітично кути укосу робочого і неробочого бортів кар'єру для умов, наведених у *табл. 1.5-1.6*. Приймаємо, що на робочому борту робочими є лише частина уступів (від дна кар'єру), інші – погашені.

Інші початкові дані приймати самостійно за вимогами НПАОП 0.00-1.24-10 та даними *табл. 1.1-1.3*.

Методика розв'язання

Аналітично кут укосу кінцевого борту, на якому розташовані лише запобіжні берми, визначається за формулою:

$$\beta_y = \arctg \frac{H_K}{\sum_{i=1}^n b_{oi} + \sum_{i=1}^n h_i \operatorname{ctg} \alpha_i'} \quad (1.1)$$

де H_K – висота борту кар'єру, м;

b_{oi} – ширина запобіжної берми (берми безпеки) на i -му уступі, м;

h_i – висота i -го уступу в кінцевому борті;

α_i – кут укосу i -го уступу в кінцевому положенні (*табл. 1.1-1.2*).

Таблиця 1.5

Варіанти до задачі (варіант відповідає передостанній цифрі студентського квитка)

Варіант	Розкрит	Кількість розкритих уступів n_p	Висота розкритого уступу h_p , м	Корисні копалини	Кількість видобних уступів n_e	Висота видобного уступу h_e , м
1	Піски	2	12	Граніт	6	20
2	Глини	1	8	Буре вугілля	8	18
3	Суглинки	2	10	Кварцити	6	22
4	Супіски	1	12	Мармур	5	15
5	Вапняки	2	20	Залізна руда	9	23
6	Вивітрені вапняки	3	15	Кам'яне вугілля	8	20
7	Глинисті піски	2	11	Кам'яне вугілля	9	22
8	Каолінові глини	1	6	Міцні вапняки	7	17
9	Піски	2	13	Піщаник	5	15
0	Суглинки	2	11	Мідна руда	8	20

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 11

Таблиця 1.6

Варіанти до задачі
(варіант відповідає останній цифрі студентського квитка)

Варіант	Ширина з'їзду, м	Кількість з'їздів	№ уступів зі з'їздами	Глибина до з'їзду від підлоги уступа, м	Ширина транспортної берми, м	Кількість транспортних берм	№ уступів із транспортним и бермами	Кількість робочих уступів	Ширина робочого майданчика, м
1	22,5	1	3	8	20,2	2	2, 5	3	54
2	21,6	1	4	10	18,4	2	2, 6	4	48
3	22,3	1	6	12	19,7	2	2, 4	3	60
4	21,7	1	5	6	20,5	2	2, 4	3	55
5	20,9	1	3	7	19,0	2	2, 6	4	62
6	22,0	1	4	9	20,2	2	3, 6	3	65
7	21,5	1	6	11	18,5	2	2, 4	4	50
8	20,7	1	2	13	17,5	2	4, 6	4	62
9	22,1	1	5	5	20,4	2	2, 5	3	58
0	21,8	1	4	4	18,7	2	3, 6	3	56

Окремі складові знаменника формули (1.1) за умови однакової висоти всіх видобувних уступів і всіх розкривних уступів можна виразити через їх кількість, висоту і кути укосів:

$$\sum_{i=1}^n b_{\delta i} \geq \frac{1}{3} (n_p h_p + n_e h_e) = n_p b_{\delta p} + n_e b_{\delta e}; \quad (1.2)$$

$$\sum_{i=1}^n h_i \operatorname{ctg} \alpha_i = n_p h_p \operatorname{ctg} \alpha_p + n_e h_e \operatorname{ctg} \alpha_e,$$

де n_p, n_e – кількість розкривних і видобувних уступів;

h_p, h_e – висота розкривних і видобувних уступів, м;

$b_{\delta p}, b_{\delta e}$ – ширина запобіжної берми відповідно на розкривному та видобувному уступі, м;

α_p, α_e – кути укосів розкривних і видобувних уступів, град.

Аналітично кут укосу кінцевого борту, що забезпечує розміщення берм, з'їздів (траншей) і транспортних комунікацій, визначається за формулою:

$$\beta_y^{mp} = \operatorname{arctg} \frac{H_k}{q b_3 + r b_{mp} + \sum_{i=1}^{n-r} b_{\delta i} + \sum_{i=1}^n h_i \operatorname{ctg} \alpha_i}, \quad (1.3)$$

де q і r – число з'їздів і транспортних берм відповідно;

b_3 – ширина з'єднувальної берми (з'їзду або траншеї), м;

b_{mp} – ширина транспортної берми, м.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 12

Аналітично кут укосу робочого борту визначається за формулою:

$$\beta_y^{mp} = \arctg \frac{H_k}{n_{py} B_p + \sum_{i=1}^{n-n_{py}} b_{oi} + \sum_{i=1}^n h_i \operatorname{ctg} \alpha_i}, \quad (1.4)$$

де n_{py} – кількість робочих уступів;
 B_p – ширина робочого майданчика, м.

Графічне конструювання кінцевого борту (рис. 1.1) проектувальниками виконується в такому порядку:

1. Розрахунок лінійних контурів оконтурювання. Проводиться лінійний борт I з розрахунковим кутом укосу β (штрихова лінія на рис. 1.1), по якому за прийнятими висотами уступів h_i і кутами їх укосів α_i в кінцевому положенні відбудовується поуступний борт (штрих-пунктирна лінія II). Його нижні бровки примикають до первинного лінійного борту I.

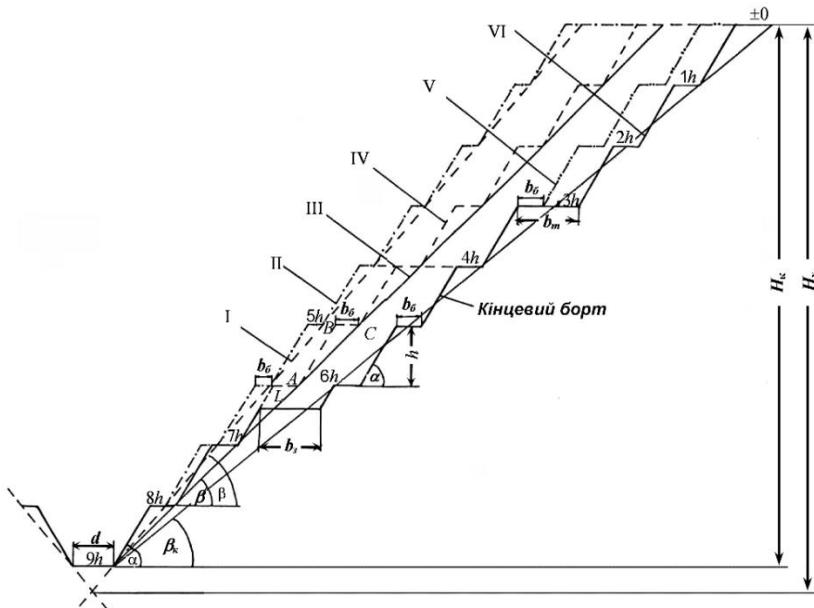


Рис. 1.1. Формування кінцевого борту кар'єру

2. Забезпечення берм безпеки. Порівнюються конструктивні берми b_k з розрахунковими (нормативними) бермами безпеки b_o :

$$b_k = h(\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{ctg} \alpha) \geq b_o. \quad (1.5)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 94 / 13

При недотриманні рівності для забезпечення вимог НПАОП 0.00-1.24-10 потрібно зменшити кут укосу кінцевого борту до β' , що дозволить підвищити стійкість борту:

$$\beta' = \arctg\left(\frac{b_k}{h} + \operatorname{ctg} \alpha\right). \quad (1.6)$$

3. Оформлення поуступного борту. Побудова лінійного борту III (суцільна лінія) під кутом β' та поуступного борту IV (штрихова лінія).

4. Побудова схеми капітального розкриття. На *рис. 1* розкриття представлено системою поступальних з'їздів шириною b_3 , у наведений розріз потрапив лише один з'їзд з відмітки $\nabla-6h$ на $\nabla-7h$. Борт з схемою розкриття V, показаний штрихпунктирною лінією з двома точками, з відмітки $\nabla-3h$ і нижче повністю співпадає з лінією кінцевого борту IV (жирна лінія).

5. Побудова транспортних берм. На розріз, зображений на *рис. 1*, потрапила лише одна транспортна берма на відмітці $\nabla-3h$. Лінія VI, яка враховує проведення транспортних берм, і буде відповідати остаточному борту кар'єру. При цьому кут укосу кінцевого борту повинно мати значення β_k , рівне розрахованому аналітично.

Аналогічно виконується побудова і робочого борту кар'єра.

Приклад розв'язку

Визначимо графічно і аналітично кут укосу борту кар'єру в кінцевому положенні для наступних умов:

- розкрив – **піски**, кількість розкривних уступів $n_p = 2$, висота розкривного уступу $h_p = 12$ м;
- корисна копалина – **граніт**, кількість видобувних уступів $n_e = 6$, висота видобувного уступу $h_e = 20$ м;
- ширина з'їзду $b_3 = 22,5$ м, кількість з'їздів $n_3 = 1$, номер уступу зі з'їздами **№3**, глибина від з'їзду до підшви уступу $h_3 = 8$ м;
- ширина транспортної берми $b_{mp} = 20,2$ м, кількість транспортних берм $n_{mp} = 1$, номери уступів із транспортними бермами **№2, 5**;
- кількість робочих уступів $n_{py} = 3$, ширина робочого майданчика $B_p = 51$ м.

Кути укосів уступів α_p, α_e і орієнтовні значення кутів укосів бортів β вибираємо з *табл. 2.1* і *2.2*, приймаємо для піску $\alpha_p = 45^\circ$, для граніту $\alpha_e = 80^\circ$. Ширина запобіжної берми для розкривного уступу повинна складати не менше $b_{op} \geq 12 / 3 = 4$ м, а для видобувного уступу $b_{oe} \geq 20 / 3 = 6,67$ м.

Виконаємо графічну побудову неробочого борту кар'єру без схеми розкриття (*рис. 1.2*) і з схемою розкриття (*рис. 1.3*), а також робочий борт кар'єра (*рис. 1.4*).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 14

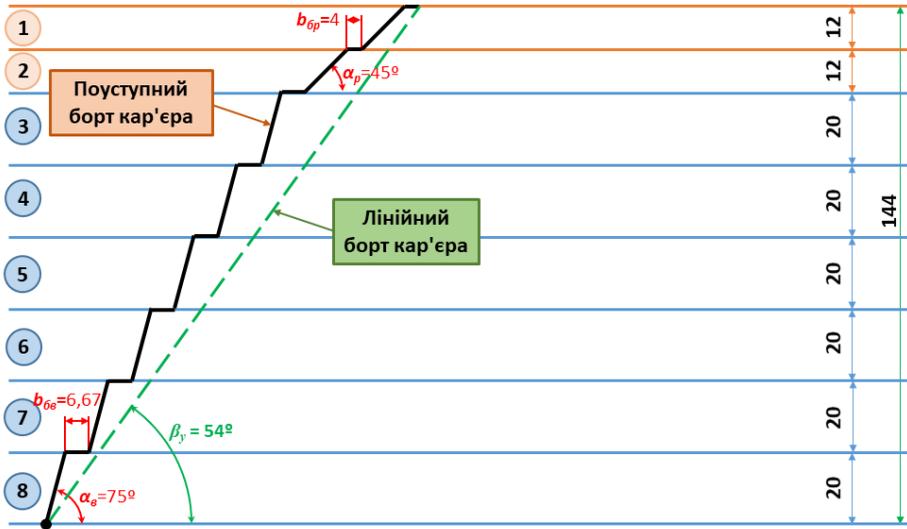


Рис. 1.2. Графічна побудову неробочого борту кар'єру

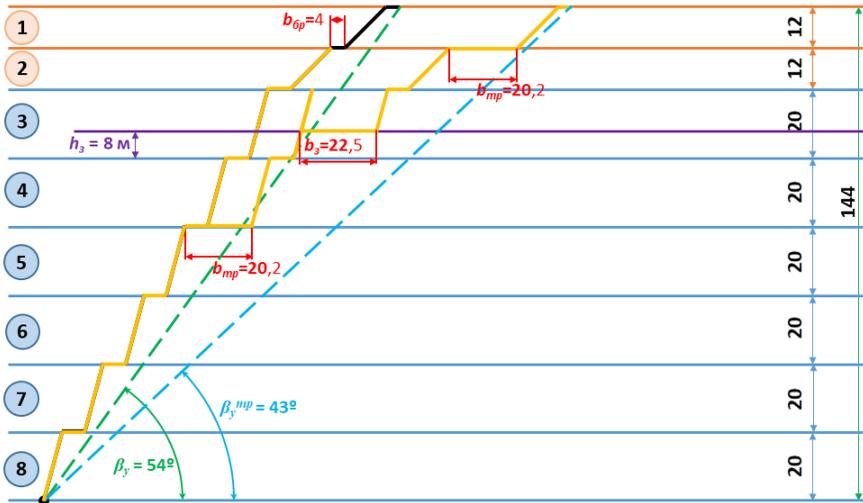


Рис. 1.3. Графічна побудову неробочого борту кар'єру з схемою розкриття

Розрахуємо кут укосу кінцевого борту, на якому розташовані лише запобіжні берми, аналітично за формулою (1.1)

$$\beta_y = \arctg \frac{H_k}{\sum_{i=1}^n b_{0i} + \sum_{i=1}^n h_i \operatorname{ctg} \alpha_i} = \arctg \frac{144}{48 + 45} = 57^{\circ}10'16'',$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 94 / 15

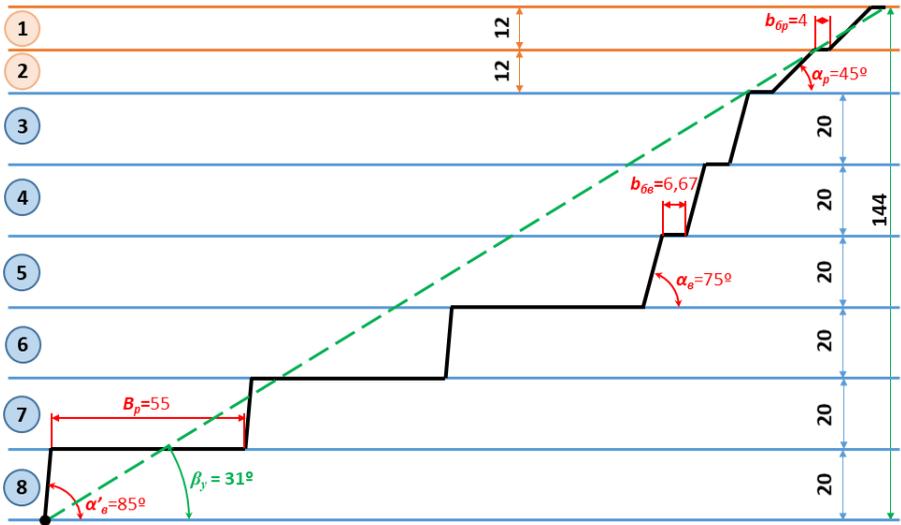


Рис. 1.4. Графічна побудову робочого борту кар'єру

$$\text{де } \sum_{i=1}^n b_{\delta i} \geq 2 \cdot 4 + 6 \cdot 6,67 = 48 \text{ м; } \sum_{i=1}^n h_i \text{ctg} \alpha_i = 24 \cdot \text{ctg} 45^\circ + 120 \cdot \text{ctg} 80^\circ = 45 \text{ м.}$$

Розрахуємо кут укосу кінцевого борту, що забезпечує розміщення бERM, з'їздів (траншей) і транспортних комунікацій, аналітично за формулою (1.3)

$$\begin{aligned} \beta_y^{mp} &= \arctg \frac{H_k}{q b_3 + r b_{mp} + \sum_{i=1}^{n-r} b_{\delta i} + \sum_{i=1}^n h_i \text{ctg} \alpha_i} = \\ &= \arctg \frac{144}{1 \cdot 22,5 + 2 \cdot 20,2 + 37,35 + 45} = 46^\circ 45' 08'', \end{aligned}$$

$$\text{де } \sum_{i=1}^{n-r} b_{\delta i} \geq 1 \cdot 4 + 5 \cdot 6,67 = 37,35 \text{ м.}$$

Розрахуємо кут укосу робочого борту аналітично за формулою (1.4)

$$\begin{aligned} \beta_y^{mp} &= \arctg \frac{H_k}{n_{py} B_p + \sum_{i=1}^{n-n_{py}} b_{\delta i} + \sum_{i=1}^n h_i \text{ctg} \alpha_i} = \\ &= \arctg \frac{144}{3 \cdot 51 + 21,34 + 45} = 33^\circ 17' 08'', \end{aligned}$$

$$\text{де } \sum_{i=1}^{n-n_{py}} b_{\delta i} \geq 2 \cdot 4 + 2 \cdot 6,67 = 21,34 \text{ м.}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 16

2.2. «Визначення терміну окупності капітальних вкладень методом варіантів»

Без техніко-економічного аналізу неможливо стверджувати про економічні переваги того чи іншого варіанту технології і структури комплексної механізації гірничих робіт на даному родовищі. Для встановлення в кожному конкретному випадку найбільш раціональних рішень намічають можливі і раціональні в даних умовах варіанти структури комплексної механізації і технологічні схеми; вони розраховуються за капітальними і експлуатаційними витратами. Для оцінки варіантів, що розрізняються капіталовкладеннями і собівартістю продукції, рекомендується як економічний критерій використовувати термін окупності капітальних витрат.

Спочатку слід засвоїти поняття вартості грошей у часі. Гроші – еквівалент вартості всіх інших товарів, робіт, послуг. Однак гроші самі мають вартість. Причому грошова одиниця, яка є сьогодні, і грошова одиниця, яка очікується через деякий час, не є рівноцінними: мати певну суму грошей сьогодні завжди краще, ніж мати її завтра (принцип діє незалежно від зміни загального рівня цін). Вартість однієї і тієї ж суми грошей сьогодні завжди є більшою, ніж завтра, тому що вимірювання вартості грошей ґрунтується на можливості їх використання протягом певного періоду часу. Це пояснюється дією трьох основних факторів – інфляції; ризику неодержання очікуваної суми та оборотності.

Звідси і з'явилися терміни теперішня і майбутня вартість грошей.

При проектуванні виникає необхідність порівнювати між собою різні суми грошей в різні моменти часу. Для цього їх необхідно привести до одного часового знаменника. Прийнято приводити суми коштів, які будуть витрачатися або отримуватися у майбутньому, до сьогоднішнього дня (початкової точки відліку), тобто визначити величину суми P (теперішня, поточна, приведена вартість), яка в майбутньому буде складати задану величину F (майбутня вартість), або навпаки – скільки б майбутня вартість F коштувала сьогодні.

Теперішня вартість – грошова вартість майбутніх доходів чи витрат на теперішній час. Розрахунки здійснюються за допомогою дисконтування. Дисконтування – зведення економічних показників різних років до порівнянного в часі вигляду.

Воно здійснюється за допомогою формули дисконтованої або приведеної вартості коефіцієнта дисконтування:

$$P = \frac{F}{k^n} \cdot$$

де P – дисконтована, теперішня, поточна, приведена, сьогоднішня, дійсна вартість; F – майбутня вартість; $k^n = (1+r)^n$ – коефіцієнт акумуляції (накопичення); $1/k^n = 1/(1+r)^n$ – коефіцієнт дисконтування (приведення); r –

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 94 / 17

норма прибутку, рівень інфляції, банківські відсотки, тобто це норматив приведення різночасових витрат; n – термін (роки).

Майбутня вартість – грошова вартість теперішніх доходів чи витрат в майбутньому:

$$F = P \cdot k^{n-1}.$$

Головним критерієм оцінки ефективності варіантів (проектів) є окупність, тобто швидкість повернення вкладених коштів через певні грошові потоки (прибутки від реалізації продукції, дивіденди і проценти на вкладений капітал в акції інших компаній, прибуток від вкладення коштів у торгівлю, проценти на вкладені у депозити кошти у комерційних банках тощо).

Вартість початкових грошових вкладень у проект, без яких він не може здійснюватися, тобто капітальних вкладень, представляє собою суму інвестицій. При роботі підприємства капітал, вкладений у основні засоби і нематеріальні активи, повертається у вигляді амортизаційних відрахувань як частина грошового потоку, а капітал, вкладений у оборотні активи (в тому числі грошові), має залишатися у інвестора у незмінному вигляді і розмірі.

Грошовий потік представляє собою дисконтований або недисконтований доход від здійснення проекту, який включає чистий прибуток (тобто прибуток за виключенням податків і платежів) і амортизаційні відрахування, які надходять у складі виручки від реалізації товарів і послуг.

Проекти, що аналізуються в процесі складання бюджету капіталовкладень, вимагають виконання наступних правил:

- аналіз можна проводити за рівними базовими періодами будь-якої тривалості (місяць, квартал, рік, п'ятиріччя тощо), необхідно лише пам'ятати про узгодження величин елементів грошового потоку, процентної ставки і тривалості цього періоду;
- припускається, що весь річний обсяг інвестицій здійснюється в кінці року;
- коефіцієнт дисконтування, який використовується для оцінки проектів, повинен відповідати тривалості періоду, яку покладено в основу інвестиційного проекту (наприклад, річна ставка береться тільки в тому випадку, коли тривалість періоду – рік).

Завдання

Визначити найкращий варіант розробки родовища без і з врахуванням фактора часу для початкових даних, наведених у *табл. 2.1-2.2*.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 18

Таблиця 2.1

Варіанти до завдання 6

Остання цифра студентського квитка	Номера варіантів проекту (див. табл. 2.7)	Перша літера прізвища	Вартість реалізації, грн/т	Норматив приведення різночасових витрат, r
1	1, 2, 3	А, Б, В	240	0,12
2	1, 3, 4	Г, Д, Е	260	0,10
3	1, 4, 5	Є, Ж, З	250	0,08
4	1, 5, 6	И, І, Ї, Й	245	0,09
5	1, 6, 7	К, Л, М	245	0,15
6	2, 3, 4	Н, О, П	242	0,14
7	2, 4, 5	Р, С, Т	248	0,10
8	2, 5, 6	У, Ф, Х	242	0,08
9	3, 5, 6	Ц, Ч, Ш	249	0,11
0	3, 6, 7	Щ, Ю, Я	254	0,13

Таблиця 2.2

Варіанти проекту розробки родовища

Варіант проекту	Показник	Період, роки								Собівартість видобування, грн./т
		будівництва			експлуатації					
		I	II	III	1	2	3	4	5	
1	Потужність підприємства, тис.т	0	10	80	200	300	500	500	500	170
	Капітальні витрати, млн.грн.	35	30	20	10	8	0	0	0	
2	Потужність підприємства, тис.т	0	10	40	150	280	400	500	500	175
	Капітальні витрати, млн.грн.	35	25	15	15	15	0	0	0	
3	Потужність підприємства, тис.т	0	10	40	150	200	300	400	500	190
	Капітальні витрати, млн.грн.	20	20	20	20	20	0	0	0	
4	Потужність підприємства, тис.т	0	40	80	300	500	500	500	500	165
	Капітальні витрати, млн.грн.	50	25	15	10	0	0	0	0	
5	Потужність підприємства, тис.т	0	10	50	150	400	500	500	500	180
	Капітальні витрати, млн.грн.	20	20	20	40	10	0	0	0	
6	Потужність підприємства, тис.т	0	5	100	200	400	500	500	500	182
	Капітальні витрати, млн.грн.	10	50	30	15	5	0	0	0	
7	Потужність підприємства, тис.т	0	50	200	300	500	500	500	500	162
	Капітальні витрати, млн.грн.	40	40	10	10	0	0	0	0	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 94 / 19

Методика розв'язку

Розглянемо порядок розв'язку задачі на такому прикладі.

Визначимо найкращий варіант розробки родовища без врахування фактора часу і з його врахуванням при наступних початкових даних:

- норматив приведення різночасових витрат $r = 0,08$;
- собівартість видобування 170 грн/т ;
- вартість реалізації 242 грн/т ;
- розподіл капітальних витрат і зростання потужності підприємства по корисній копалині для різних варіантів наведено у *табл. 2.3*.

Таблиця 2.3

Початкові дані

Варіант	Показник	Період, роки									
		будівництва			експлуатації						
		I	II	III	1	2	3	4	5	6	7
1	Потужність підприємства, тис.т	0	10	80	200	300	500	500	500	500	500
	Капітальні витрати, млн.грн.	35	30	20	10	8	0	0	0	0	0
2	Потужність підприємства, тис.т	0	10	40	150	280	400	500	500	500	500
	Капітальні витрати, млн.грн.	35	25	15	15	15	0	0	0	0	0
3	Потужність підприємства, тис.т	0	10	40	150	200	300	400	500	500	500
	Капітальні витрати, млн.грн.	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0

Задача розв'язується не стосовно якогось одного чи декількох моментів часу, а з врахуванням економічних результатів кожного року протягом даного періоду. Для цього в кожному варіанті повинні бути визначені щорічні об'єми корисної продукції і щорічні розміри витрат і доходів від її реалізації, сума яких після їх приведення до одного моменту оцінки служить підставою для економічного порівняння варіантів.

Величина капітальних витрат на будівництво кар'єру сама по собі достатньо велика, але з врахуванням того, що ці витрати вимагається вкласти в перші роки освоєння, їх величина в загальній сумі витрат, приведених до одного моменту оцінки, складає до 30% і більш. Капітальні витрати вкладаються не тільки під час будівництва об'єкту, але і в період його експлуатації. Якщо в період будівництва і в перший період експлуатації капіталовкладення прямують на створення нової виробничої потужності, то пізніше вони прямують на її підвищення, на підтримку виробничої потужності при збільшенні глибини кар'єру і на реконструкцію, яка звичайно проводиться через 12–15 років

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 20

експлуатації. Різні варіанти розробки відрізняються не тільки величиною, але і часом вкладення капітальних і експлуатаційних витрат, а також величиною і часом отримання доходів.

Алгоритм розрахунку терміну окупності інвестицій (T_0) залежить від рівноваги розподілу прогнозованих доходів від інвестиції. Якщо дохід розподілений по роках рівномірно, то термін окупності розраховують шляхом ділення одночасових витрат на величину річного доходу, обумовленого ними. При отриманні дробового числа його округлюють в сторону збільшення до найближчого цілого. Якщо дохід розподілений нерівномірно, то термін окупності знаходять прямим підрахунком кількості років, протягом яких інвестиція буде погашена кумулятивним доходом. Загальна формула розрахунку показника терміну окупності інвестицій (T_0) має вигляд:

$$T_0 = \min n, \text{ при якому } \sum_{T=1}^m K_T + \sum_{t=1}^n (E_t + K'_t) \leq \sum_{t=1}^n D_t ;$$

де E_t , K'_t та D_t – відповідно експлуатаційні витрати (за виключенням амортизаційних відрахувань), капітальні витрати та доходи від реалізації корисної маси в t -й рік роботи гірничовидобувного підприємства; K_T – капітальні витрати в T -й рік будівництва підприємства.

Нерідко показник терміну окупності інвестицій розраховують точніше, тобто розглядають і дрібнішу частину року; при цьому передбачають, що грошові потоки розподілені рівномірно протягом кожного року.

При економічній оцінці варіантів небайдуже, коли виконуються витрати; важлива не тільки величина витрат, але не менш важливий також час вкладення витрат. Оцінити ефективність видобування корисних копалин можна лише у тому випадку, коли всі витрати на розкривні і видобувні роботи, виконані в різний час, будуть приведені до одного моменту оцінки. Для того, щоб визначити загальну суму витрат, її складові необхідно зробити зіставними, тобто витрати кожного року привести до одного моменту оцінки. При врахуванні часового аспекту до розрахунку включають грошові потоки, дисконтовані за показником середньозваженої ціни капіталу. Найзручніше всі витрати і доходи приводити до початку експлуатації підприємства: тоді витрати, виконані в період будівництва, можна розглядати відносно моменту приведення витрат як витрати минулих років, а витрати періоду експлуатації – як майбутні витрати.

Загальна тривалість оцінюваного періоду обмежується точністю розрахунку приведених витрат, яка обмежується також і фактором часу. Похибка техніко-економічних розрахунків зростає пропорційно часу, тривалість періоду, який оцінюється за приведеними витратами і доходами, не повинна перевищувати 12-15 років.

Оскільки введення кар'єру в експлуатацію може бути виконано при неповному освоєнні його виробничої потужності, то розрахунок приведених капітальних витрат розрізняється в залежності від часу їх виконання. Приведені

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 94 / 21

капітальні витрати, понесені при будівництві підприємства (до його введення в експлуатацію) розраховуються за формулою майбутньої вартості:

$$\sum K_{II} = \sum_{T=1}^m K_T \cdot k^{m-T+1}.$$

де m – кількість років будівництва кар'єру, років.

Приведені капітальні витрати, понесені після введення в експлуатацію підприємства (додаткові капітальні витрати на розвиток виробничих потужностей і реконструкцію кар'єра) розраховуються за формулою теперішньої вартості:

$$\sum K'_{II} = \sum_{t=1}^n \frac{K'_t}{k^t}.$$

За подібною формулою розраховуються і експлуатаційні витрати та доходи, витрачені і отримані при експлуатації підприємства.

Тоді формула для розрахунку дисконтованого (приведеного) терміну окупності (T_{on}) має вигляд:

$$T_{on} = \min n, \text{ при якому } \sum_{T=1}^m K_T \cdot k^{m-T+1} + \sum_{t=1}^n \left(\frac{K'_t}{k^t} + \frac{E_t}{k^t} \right) \leq \sum_{t=1}^n \left(\frac{D_t}{k^t} \right).$$

У випадку дисконтування термін окупності збільшується, тобто завжди $T_{on} > T_o$. Іншими словами, проект (варіант), припустимий або найкращий за критерієм терміну окупності інвестицій (T_o), може виявитися недопустимим за критерієм дисконтованого терміну окупності (T_{on}).

В оцінці проектів критерії T_o і T_{on} можна використовувати двоюко:

- а) проект приймається, якщо окупність має місце;
- б) проект приймається тільки тоді, коли термін окупності не перевищує деякої межі, встановленої власниками чи державою.

У даному завданні прийнято ряд припущень та спрощень:

1. Вважаємо, що вартість реалізації одиниці корисних копалин і собівартість їх видобування протягом періоду оцінки не змінюються. В дійсності це не так, оскільки собівартість залежить від експлуатаційних витрат, які, в свою чергу, багато в чому залежать від об'ємів розкриву, що потрібно буде виїняти у кожен експлуатаційний період. Оскільки об'єми розкриву і коефіцієнт розкриву протягом періоду будівництва і експлуатації можуть суттєво змінюватись через умови залягання покладу, то і значення витрат та собівартості в дійсності не є постійними протягом тривалого періоду оцінки.

2. Вважаємо, що гірниче підприємство, яке вийшло на проектну потужність, буде її підтримувати аж до початку реконструкції або розширення кар'єру. Тобто приймаємо, що значення виробничої потужності кар'єру по корисним копалинам у 6, 7 та подальші (до 10-12 включно) роки експлуатації є постійним.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 22

3. Вважаємо, що капітальні вкладення у гірниче підприємство в період нормальної експлуатації відсутні аж до початку реконструкції або розширення кар'єру. Тобто приймаємо, що капітальні витрати у 6, 7 та подальші (до 10-12 включно) роки рівні нулю.

4. Вважаємо, що були відсутні витрати до початку реалізації проекту (до початку будівництва підприємства), тобто кошти, витрачені на проектування гірничого підприємства, в даній задачі враховуватись не будуть.

5. Для зручності визначення терміну окупності проекту приймаємо, що з точки зору років всі витрати витрачаються в останній день року, а всі доходи отримуються також в останній день року. З точки зору одного року приймаємо, що всі витрати і доходи розподілені рівномірно протягом року. Ці припущення дозволять зобразити графіки витрат, доходів та прибутків у вигляді ламаних.

Найкраще виконувати розрахунок і порівняння варіантів у табличній формі. Розрахунок показників виконується у такому порядку.

1. Визначення коефіцієнту приведення для минулих відносно моменту оцінки витрат (для періоду будівництва):

$$K_{np} = (1 + r)^{3-T+1},$$

де r – норматив приведення різночасових витрат;

T – період будівництва, років.

Вищенаведена формула може використовуватись лише при умові, що як момент оцінки (момент приведення грошових потоків) прийнято 1-й рік експлуатації при наявності 3 років будівництва.

2. Визначення коефіцієнту приведення для майбутніх відносно моменту оцінки витрат (для періоду експлуатації):

$$K_{np} = (1 + r)^{1-t},$$

де t – період експлуатації, років, $t = 1, 2, \dots, n$.

Вищенаведена формула може використовуватись лише при умові, що як момент приведення грошових потоків прийнято 1-й рік експлуатації.

3. Розрахунок експлуатаційних витрат:

$$EB_i = \frac{CB \cdot P_i}{1000}, \text{ млн.грн.},$$

де CB – собівартість видобування, грн./т;

P_i – потужність підприємства у i -й рік, тис.т.

4. Розрахунок загальних витрат (витрат всього):

$$B_i = EB_i + KB_i, \text{ млн.грн.},$$

де KB_i – капітальні витрати у i -й рік, млн.грн.

5. Розрахунок накопичених витрат:

$$HB_i = HB_{i-1} + B_i, \text{ млн.грн.},$$

де HB_{i-1} – накопичені витрати $i - 1$ (попереднього) року, млн.грн.

6. Розрахунок доходів від реалізації:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 94 / 23

$$D_i = \frac{BP \cdot \Pi_i}{1000}, \text{ млн.грн.},$$

де BP – вартість реалізації, грн./т.

7. Розрахунок накопичених доходів:

$$HD_i = HD_{i-1} + D_i, \text{ млн.грн.},$$

де HD_{i-1} – накопичені доходи $i - 1$ (попереднього) року, млн.грн.

8. Розрахунок приведених витрат:

$$PB_i = B_i \cdot K_{np}, \text{ млн.грн.}$$

9. Розрахунок накопичених приведених витрат:

$$HPB_i = HPB_{i-1} + PB_i, \text{ млн.грн.}$$

10. Розрахунок приведених доходів:

$$PD_i = D_i \cdot K_{np}, \text{ млн.грн.},$$

11. Розрахунок накопичених приведених доходів:

$$HPD_i = HPD_{i-1} + PD_i, \text{ млн.грн.}$$

12. Розрахунок приведенного прибутку (збитку):

$$PPI_i = PD_i - PB_i, \text{ млн.грн.}$$

13. Розрахунок накопиченого приведенного прибутку (збитку):

$$HPI_i = HPI_{i-1} + PPI_i = HPD_i - HPB_i, \text{ млн.грн.}$$

Приклад розв'язку для одного варіанту проекту наведено у *табл. 2.4*.

Термін окупності інвестицій може бути визначений графічно та аналітично. Графічне визначення терміну окупності полягає у побудові наступних графіків:

1) накопичених витрат та накопичених доходів (*рис.2.1*) – для визначення недисконтованого терміну окупності. На графіку відкладають значення накопичених витрат **НВ** (*рядок 6 табл.2.4*) та накопичених доходів **НД** (*рядок 8 табл. 2.4*) зі всіх трьох варіантів проекту. Точка перетину графіків накопичених витрат і доходів кожного варіанту буде відповідати моменту його окупності. Якщо її спроектувати на вертикальну вісь, можна визначити значення накопичених витрат і доходів в момент окупності (наприклад, 346,19 млн.грн. на *рис. 2.1*), а проекція на горизонтальну вісь (вісь часу, років) покаже значення недисконтованого терміну окупності (наприклад, $T_o = 3+3,68$ р. на *рис. 2.1*);

2) накопичених приведених витрат та накопичених приведених доходів (*рис. 2.2*) – для визначення дисконтованого терміну окупності. На графіку по вертикальній осі (осі витрат і доходів, млн. грн.) відкладають значення накопичених приведених витрат **НПВ** (*рядок 10 табл. 2.4*) та накопичених доходів **НПД** (*рядок 12 табл. 2.4*) зі всіх трьох варіантів проекту. Їх точка перетину для кожного варіанту буде відповідати моменту його окупності. Якщо її спроектувати на вертикальну вісь, можна визначити значення накопичених приведених витрат і доходів в момент окупності (наприклад, 396,02 млн.грн. на

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 24

рис. 2.2), а проекція на горизонтальну вісь (вісь часу) покаже значення дискontованого терміну окупності ($T_{0d} = 3+4,73$ р. на рис. 2.2);

3) накопичених приведених прибутків (рис. 2.3) – також для визначення дискontованого терміну окупності. На графіку по вертикальній осі (осі прибутку (збитку), млн. грн.) відкладають значення накопичених приведених прибутків **НПП** (рядок 14 табл. 2.4) зі всіх трьох варіантів проекту. Точка перетину графіка прибутків з віссю часу (коли накопичений приведений прибуток рівний нулю) і буде відповідати значенню дискontованого терміну окупності моменту окупності (наприклад, $T_{0d} = 3+4,73$ р. на рис. 2.3).

Значення T_{0d} , визначені за графіком накопичених приведених прибутків, повинні відповідати значенням T_{0d} , визначеним за графіками накопичених приведених витрат та накопичених приведених доходів.

Можливе знаходження терміну окупності і за допомогою векторної алгебри. Оскільки приймалось, що грошові потоки розподілені рівномірно протягом кожного року, то можна вважати, що графіки доходів і витрат за кожен рік – це прямі. Знайти функції цих прямих можна за відомими формулами.

Рівняння прямої, що проходить через дві задані точки $M_1(x_1, y_1)$ та $M_2(x_2, y_2)$:

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$$

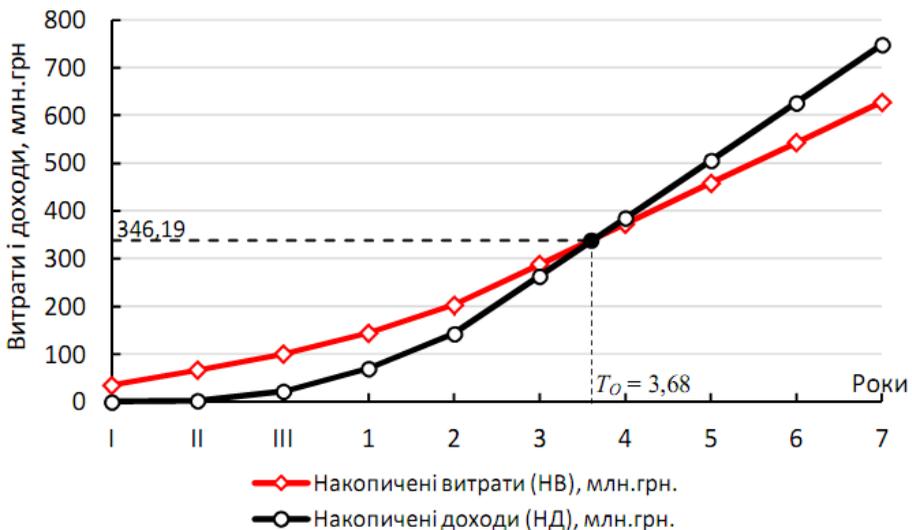


Рис. 2.1. Термін окупності (недискontований)

Таблиця 2.4

Розрахунок термінів окупності варіанта (проекту) будівництва гірничовидобувного підприємства

Варіант 1											
№ п/п	Показник	Собівартість видобування (СВ) – 170 грн./т					Вартість реалізації (ВР) – 242 грн./т				
		Період будівництва			Період експлуатації						
		<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
1	Потужність підприємства (P_i), тис. т	0	10	80	200	300	500	500	500	500	500
2	Капітальні витрати (KB_i), млн.грн.	35	30	20	10	8	0	0	0	0	0
3	Коефіцієнт приведення K_{np} при $r = 8\%$	1,26	1,16	1,08	1,00	0,92	0,85	0,79	0,74	0,68	0,63
4	Експлуатаційні витрати (EB_i), млн.грн.	0,00	1,70	13,60	34,00	51,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
5	Витрати всього (B_i), млн.грн.	35,00	31,70	33,60	44,00	59,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
6	Накопичені витрати (HB_i), млн.грн.	35,00	66,70	100,30	144,30	203,30	288,30	373,30	458,30	543,30	628,30
7	Доходи від реалізації ($Д_i$), млн.грн.	0,00	2,42	19,36	48,40	72,60	121,00	121,00	121,00	121,00	121,00
8	Накопичені доходи (HD_i), млн.грн.	0,00	2,42	21,78	70,18	142,78	263,78	384,78	505,78	626,78	747,78
9	Приведені витрати ($ПВ_i$), млн.грн.	44,07	36,77	36,29	44,00	54,28	72,25	67,41	62,47	57,80	53,55
10	Накопичені приведені витрати ($НПВ_i$), млн.грн.	44,07	80,84	117,12	161,12	215,40	287,65	355,06	417,53	475,33	528,88
11	Приведені доходи ($ПД_i$), млн.грн.	0,00	2,81	20,91	48,40	66,79	102,85	95,95	88,93	82,28	76,23
12	Накопичені приведені доходи ($НПД_i$), млн.грн.	0,00	2,81	23,72	72,12	138,90	241,75	337,71	426,64	508,92	585,15
13	Приведений прибуток ($ПП_i$), млн.грн.	-44,07	-33,96	-15,38	4,4	12,51	30,6	28,54	26,46	24,48	22,68
14	Накопичений приведенний прибуток ($НПП_i$), млн.грн.	-44,07	-78,03	-93,4	-89	-76,5	-45,9	-17,35	9,11	33,59	56,27

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 26



Рис. 2.2. Термін окупності (дисконтований)

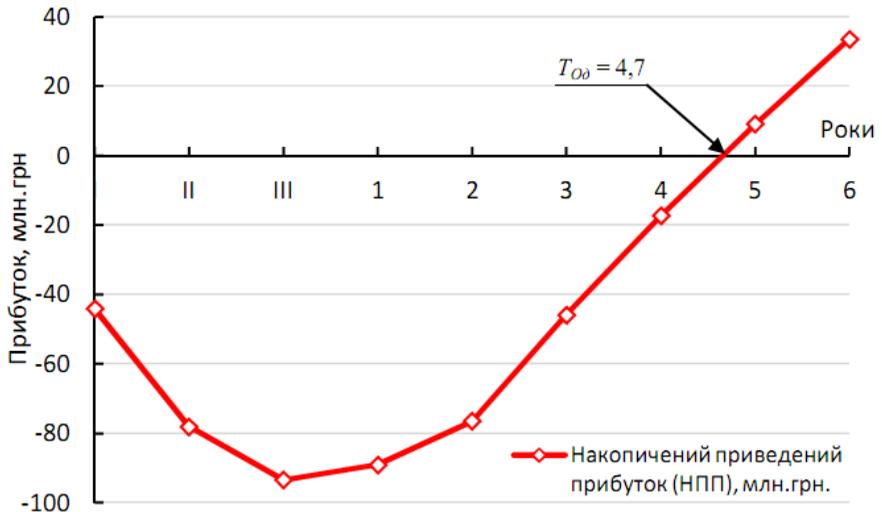


Рис. 2.3. Термін окупності (дисконтований)
за накопиченим приведеним прибутком

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 27

Для нашого прикладу ми визначили з таблиці (табл. 2.4), що проект себе окупить в третьому році експлуатації (вперше значення накопичених доходів перевищить значення накопичених витрат між початком третього та четвертого років). Оскільки наша шукана точка знаходиться між початком 3-го і початком 4-го років, то накопичені доходи рівні $HD_3(263,78)$ і $HD_4(384,78)$; накопичені витрати рівні $HB_3(288,30)$ і $HB_4(373,30)$.

Тоді точку окупності – точку перетину ліній накопичених доходів і накопичених витрат для 3-го року – можна знайти, розв'язавши систему рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{T_0 - T_3}{T_4 - T_3} = \frac{HD_i - HD_3}{HD_4 - HD_3}, \\ \frac{T_0 - T_3}{T_4 - T_3} = \frac{HB_i - HB_3}{HB_4 - HB_3}, \end{cases} \quad \text{або} \quad \begin{cases} \frac{T_0 - 3}{4 - 3} = \frac{HD_i - 263,78}{384,78 - 263,78}, \\ \frac{T_0 - 3}{4 - 3} = \frac{HB_i - 288,30}{373,30 - 288,30}. \end{cases}$$

Оскільки для точки окупності капітальних вкладень $HD_0 = HB_0$, то ми маємо систему з двох рівнянь з двома невідомими, розв'язавши яку, отримаємо:

$$\begin{cases} HD_i = HB_i = 346,19; \\ T_0 = 3,68. \end{cases}$$

Тобто термін окупності капіталовкладень $T_0 = 3,68$ роки експлуатації, або, 3 роки і 8 місяців від початку експлуатації підприємства. Якщо ж ще врахувати 3 роки будівництва, то термін окупності капіталовкладень буде складати 6 роки і 8 місяців від початку будівництва підприємства.

Аналогічно знаходиться і дисконтований термін окупності.

Аналогічно розраховуються і інші варіанти проекту, для графічного визначення термінів окупності результати розрахунку наносяться на ті самі графіки (рис. 2.1-2.3).

Для оцінки і порівняння варіантів проекту між собою результати їх розрахунку – недисконтовані та дисконтовані терміни окупності – повинні бути зведені у таблицю (табл. 2.5). Вибирається і приймається той варіант, який має найменше значення дисконтованого терміну окупності інвестицій.

Таблиця 2.5

Результати розрахунку

№ варіанта проекту	Термін окупності недисконтований	Термін окупності дисконтований, розрахований за	
		НПВ та НПД	НПП
1			
2			
3			

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 28

2.3. «Вибір варіанту транспортування методом варіантів при реконструкції кар'єра»

Метод варіантів, або, більш точно, метод безпосереднього порівняння варіантів рішення задачі за їх техніко-економічними показниками, є найпоширенішим в практиці проектування гірничих підприємств. Він широко застосовується для вирішення таких задач, як визначення меж кар'єру, визначення оптимальної виробничої потужності кар'єру, вибір виду транспорту, вибір схеми механізації та ін.

Сутність цього методу полягає в тому, що з числа технічно можливих і економічно найвірогідніших варіантів рішення задачі приймають той, техніко-економічні показники якого, отримані в результаті розрахунку, виявляються якнайкращими.

Порядок рішення задачі наступний: виходячи з умов задачі, приймають технічно можливі і економічно вірогідні варіанти рішення; обґрунтовують економічний критерій для оцінки і порівняння варіантів; здійснюють розрахунок варіантів, на основі якого визначають величину показника або комплексу показників, що служать як економічний критерій; проводять кількісну і якісну оцінку варіантів і шляхом порівняння вибирають найдоцільніший в даних умовах.

Не дивлячись на простоту методу при його застосуванні необхідно дотримуватись наступних правил:

1. Вибір варіантів для економічного порівняння повинен ґрунтуватися на ретельному аналізі умов задачі, щоб для детального розрахунку були призначені дійсно технічно можливі варіанти.

2. Чим більше варіантів, тим вища точність і більша трудомісткість рішення задачі. Тому для детального розрахунку повинна призначатися мінімальна, але достатня кількість варіантів. Для вибору варіантів, що признаються до детального техніко-економічного порівняння, може проводитися їх попередня оцінка на основі укрупнених розрахунків.

3. Точність рішення і розрахунку в основному залежать від точності початкових даних. Тому початкові дані і перш за все відповідність їх умовам задачі повинні бути піддані ретельному аналізу.

4. Початкові дані, особливо економічні показники, ціни, нормативи витрат матеріалів і т. п., повинні відноситися до одного моменту часу. Інакше вони неспівставні, оскільки техніко-економічні показники систематично змінюються в часі під впливом технічного прогресу або інфляції.

5. Особлива увага повинна бути звернута на вибір економічного критерію, від якого залежить правильність і трудомісткість рішення задачі.

6. Точність розрахунків і достовірність схвалюваних рішень залежать від часу. Тому варіанти можуть бути співставними лише у тому випадку, коли

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 29

порівнювані рішення відносяться приблизно до одного часу і мають приблизно рівні терміни оцінки.

7. При розрахунках витрат і доходів повинні враховуватися лише суттєві витрати і надходження. Мірою суттєвості витрат і надходжень є їх відносна величина, яка встановлюється виходячи з точності розрахунків.

8. Оцінка і зіставлення варіантів проводяться по абсолютній величині показника, прийнятого за економічний критерій, і по його відносній величині — у відсотках по відношенню до меншого показника. Для порівняння варіантів звичайно використовується таблиця, в якій показується абсолютна і відносна величина порівнюваних показників.

Перед тим, як вибирати економічний критерій для порівняння, потрібно у варіантах, що порівнюються, оцінити розподіл і коливання витрат і доходів в часі. Якщо витрати і доходи протягом досліджуваного періоду не змінюються, чи їх зміна незначна (об'єми робіт однакові чи майже постійні), то в якості економічного критерію приймають термін окупності чи питомі приведені витрати; різночасність капітальних витрат в даному випадку враховується приведенням їх до одного моменту оцінки. Якщо ж об'єми робіт і їх розподіл у часі в порівнюваних варіантах сильно відрізняються і є нерівномірними, то присутня і істотна нерівномірність і різночасність не лише капітальних, але і експлуатаційних витрат. В даному випадку в якості економічного критерію приймають величину суми приведених витрат чи приведенного прибутку.

Якщо різниця між варіантами не виходить за межі точності розрахунку і, зокрема, менша похибки початкових даних, то порівнювані варіанти розглядаються як рівноцінні. У практиці проектування прийнято вважати варіанти рівноцінними, якщо різниця у витратах складає не більше 10%. В цьому випадку перевага віддається варіанту, зручнішому в організаційному відношенні або технічно надійнішому.

Основні переваги методу варіантів полягають в універсальності умов використання, високій точності рішення задачі і наочності результатів рішення. В більшості техніко-економічних задач має значення не екстремум функції, а так звана область оптимальних значень, обмежена точністю розрахунків, яка може включати декілька варіантів, економічно умовно рівноцінних. За цих умов наочне порівняння варіантів в табличній формі не обмежується тільки вибором оптимального варіанту, а дозволяє зробити його порівняння з іншими і оцінити ті якісні чинники, які не піддаються безпосередній кількісній економічній оцінці. До недоліків методу відноситься велика трудомісткість рішення, а також те, що важко, а іноді неможливо встановити форму і ступінь впливу визначальних чинників на результати рішення і виконати необхідний для економічної оцінки аналіз. Метод варіантів є універсальним. Він може бути застосований для вирішення більшості техніко-економічних задач. В практиці гірничої справи існує велика група задач, вирішуваних тільки методом варіантів. Відмітна особливість цих задач

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 30

полягає в тому, що дані варіанти не можуть бути оцінені по якій-небудь загальній для них змінній величині, що змінюється безперервно або умовно безперервно.

Завдання

Вибрати найбільш економічно вигідний вид автотранспорту для умов, наведених відповідно до варіанту у *додатку 1*.

Методика розв'язання

При техніко-економічній оцінці різних моделей гірничого і транспортного обладнання суттєвими факторами є продуктивність машин і їх вартість. Більш потужні і продуктивні машини мають і більшу вартість, яка однак повинна зростати в меншій мірі, ніж продуктивність машин. Наприклад, для автотранспорту вирішальним способом підвищення його продуктивності і ефективності є збільшення вантажопідйомності: при підвищенні вантажопідйомності автосамоскидів до 200–300 т витрати на перевезення зменшуються в 1,5–2 рази.

У рекомендаціях наведено приклад розрахунку для наступних умов:

- середня відстань транспортування – **6 км**, з них: автошляхів по поверхні – **4 км**, середня довжина капітальних траншей – **0,8 км**, середня довжина проїздів по уступам і дну кар'єра – **1,2 км**;
- виймально-навантажувальні роботи здійснює **ЕКГ–8УсН** з продуктивністю $P_{e,зм} = 3320 \text{ м}^3/\text{зміна}$, **2 шт.**;
- продуктивність кар'єру по корисній копалині – **3 млн.м³/рік**;
- режим роботи підприємства 250 робочих днів, 2 зміни;
- корисна копалини – **пісок**, густина $\rho_c = 1,5 \text{ т/м}^3$.

2.3.1. Розрахунок технологічних параметрів автотранспорту

Рациональна модель автосамоскида повинна забезпечити найбільш продуктивну, економічну і безпечну роботу всього комплексу гірничо-транспортного обладнання в кар'єрі і відповідати технології ведення гірничих робіт.

Вибір рациональної моделі автосамоскида залежить від групи факторів, головні з яких: ціна автосамоскида, величина витрат на навантаження і транспортування, спосіб навантаження гірничої маси, модель екскаватора і об'єм його ковша, фізико-механічні властивості порід (об'ємна вага, міцність і якість їх попереднього розпушення у вибої), схема руху і розворотів

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 31

автосамоскиду при навантаженні і розвантаженні, дальність транспортування гірничої маси, якість доріг, форма і параметри поздовжнього профілю і траси доріг і т.д.

Комплексне врахування основних факторів, що визначають вибір раціональної моделі автосамоскиду, дуже складне. Тому при розв'язанні даної задачі виходячи з початкових умов можна спочатку визначити потрібні раціональні чи оптимальні вантажопідйомність і ємність кузова автосамоскиду, потім, аналізуючи організаційно-технічні фактори і оцінюючи економічну ефективність порівнюваних моделей за терміном окупності чи за величиною розрахункових витрат, остаточно вибирають його тип і модель.

В принципі, будь-який автосамоскид може обслуговувати виймально-навантажувальні роботи. При виборі слід пам'ятати, що найкраще працюють в парі з екскаватором автосамоскиди, в яких співвідношення кузов/ковш складає 4–6 (при відстані транспортування 1–2 км), 6–10 (відстань транспортування 2–5 км), 8–10 (відстань транспортування до 8 км). Якщо це співвідношення менше 4–5, то ускладнюється прицільне розвантаження породи з ковша екскаватора і потрібно ретельне і точне встановлення ковша над центром кузова, що збільшує тривалість розвантаження ковша і, відповідно, призводить до збільшення тривалості циклу екскаватора і зменшення продуктивності як екскаватора, так і автосамоскида. При співвідношення більших за 9–10 дуже збільшується час навантаження транспортних засобів і знову ж таки знижується їх продуктивність.

Вибір наближеної вантажопідйомності автосамоскида можна виконати за даними табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Наближена вантажопідйомність автосамоскиду за місткістю ковша екскаватора

Місткість ковша екскаватора, м ³	1	1,25	2	3	4	5	6	8	10
Вантажопідйомність автосамоскида, т	5–7	7–11	11–17	17–27	27–30	27–40	27–50	40–75	75–110

Вибір наближеної вантажопідйомності автосамоскида можна також виконувати за формулою, запропонованою проф. В.В. Ржевським:

$$q_a = (4,5E + a)^3 \sqrt{L}, \text{ т}, \quad (3.1)$$

де a – коефіцієнт, що визначається ємністю ковша екскаватора ($a = 3$ при $E \geq 4 \text{ м}^3$; $a = 2$ при $E < 4 \text{ м}^3$);

L – відстань транспортування, км.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 32

Спочатку виконаємо вибір моделей автотранспорту для попередньої оцінки. Для цього в табл. 3.2 заносимо всі моделі, для яких виконується хоча б одна з нижченаведених умов :

- 1) співвідношення кузов/ковш знаходиться в межах від 4 до 10;
- 2) вантажопідйомність в межах, рекомендованих табл. 3.1 чи форм. 3.1.

Технічні характеристики сучасного виймально-навантажувального обладнання наведені у додатках 4, 5, транспортного обладнання – надаються викладачем.

Таблиця 3.2

Попередня оцінка автосамоскидів

Модель авто-самоскиду	V_a , т	q_a , м ³	n_{kv}	n_{kq}	n_k	V_{af} , т	q_{af} , м ³	K_v	K_q
1. Модель 1	51	130	8,15	11,92	8	50,1	87,3	0,98	0,67
2. Модель 2	25	55	3,99	5,04	4	25,0	43,6	1,00	0,79
3. Модель 3	35	80	5,59	7,33	5	31,3	54,5	0,89	0,68
4. Модель 4	19	45	3,03	4,13	3	18,8	32,7	0,99	0,73
...

Для всіх відібраних моделей виконується розрахунок параметрів за формулами 3.3 – 3.8.

Порядок технологічного розрахунку автотранспорту наступний:

- 1) Сумарна змінна продуктивність екскаваторів:

$$Q_{зм} = n_v \cdot P_{e,зм} \cdot \rho_{\psi}, \text{ т/зміна}, \quad (3.2)$$

де n_v – кількість екскаваторів на виймально-навантажувальних роботах;

ρ_{ψ} – густина породи у масиві, т/м³.

2) В залежності від співвідношення густини породи ρ_{ψ} , вантажопідйомності q_a автосамоскида, об'єму V_a його кузова число ковшів може обмежуватись або об'ємом кузова ($\rho_{\psi}/k_p \leq q_a/V_a$) або вантажопідйомністю автосамоскида ($\rho_{\psi}/k_p \geq q_a/V_a$).

Число ковшів у кузові автосамоскида за вантажопідйомністю і ємністю кузова:

$$n_{kq} = \frac{q_a k_p}{E \rho_{\psi} k_n}, \quad (3.3)$$

$$n_{kv} = \frac{V_a k_{вер}}{0,9 E k_n}, \quad (3.4)$$

де E – об'єм ковша, м³;

k_n – коефіцієнт наповнення ковша (додаток 2);

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 33

0,9 – коефіцієнт, що враховує зміну коефіцієнта розрихлення породи в кузові автосамоскида;

$k_{вер}$ – коефіцієнт, що враховує завантаження автосамоскида з верхом, $k_{вер} = 1,1-1,2$;

k_p – коефіцієнт розпушення породи в ковші екскаватора (додаток 2).

Потрібно вибрати менше з отриманих двох значень кількості ковшів і округлити його до меншого цілого.

3) Фактичні вантажопідйомність і ємність кузова автосамоскида:

$$q_{aф} = \frac{E\rho_{ц}k_n}{k_p} n_k; \quad (3.5)$$

$$V_{aф} = \frac{0,9Ek_n}{k_{вер}} n_k. \quad (3.6)$$

4) Дійсна маса навантаженої машини:

$$P = m_0 + q_{aф}, \text{ т}, \quad (3.7)$$

де m_0 – маса порожнього автосамоскида, т.

5) Коефіцієнти використання вантажопідйомності і ємності кузова:

$$k_q = \frac{q_{aф}}{q_a}; \quad k_v = \frac{V_{aф}}{V_a}. \quad (3.8)$$

Значення коефіцієнтів використання вантажопідйомності і ємності кузова характеризують поєднання моделей екскаватора і автосамоскида в залежності від фізико-механічних властивостей порід, що навантажуються, і також (разом з значенням n_k) може слугувати орієнтиром для вибору декількох найраціональніших моделей автосамоскидів для їх подальшого техніко-економічного розрахунку. Чим більше значення цих коефіцієнтів, тим краще використовується автосамоскид і тим більшою буде його продуктивність. Однак коефіцієнт використання вантажопідйомності не повинен перевищувати значення 1,02–1,05, оскільки перевантаження автосамоскида навіть на декілька відсотків різко підвищує знос ходової частини автомашини.

Приймаючи декілька з можливих моделей автосамоскидів, визначають для заданого екскаватора для кожної моделі значення n_k , k_q та k_v і вибирають ті **три моделі автосамоскидів**, при яких кількість навантажуваних ковшів знаходиться в межах від 4 до 10, а коефіцієнти використання вантажопідйомності та ємності кузова найбільші.

Всі подальші розрахунки виконують лише для вибраних трьох моделей.

б) Середня тривалість рейсу автосамоскида:

$$T_p = t_{нав} + t_{рух} + t_{роз} + t_{зат} + t_{ман}, \text{ хв}, \quad (3.9)$$

де $t_{нав}$ – час навантажування самоскида, хв.;

$t_{рух}$ – час руху автосамоскида, хв.;

$t_{роз}$ – час розвантаження, $t_{роз} = 1,5$ хв;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 34

$t_{зат}$ – час чекання навантаження і розвантаження, $t_{зат} = 1$ хв;

$t_{ман}$ – час маневрів машини, $t_{ман} = 1,5$ хв.

7) Час навантажування самоскида:

$$t_{нав} = \frac{n_k t_{ц}}{60}, \text{ хв}, \quad (3.10)$$

де $t_{ц}$ – технічна тривалість циклу черпання екскаватора, с.

8) Загальна відстань транспортування порід:

$$L = L_1 + L_2 + L_3, \text{ м}, \quad (3.11)$$

де L_1 – відстань транспортування по похилим шляхам (виїзна траншея), м;

L_2 – середня відстань транспортування по кар'єрним дорогам, м;

L_3 – відстань по поверхні від кар'єру до фабрики (складу), м.

9) Час руху автосамоскида:

$$t_{рух} = \sum \frac{60l_{pi}}{v_{cpi}} + \sum \frac{60l_{xi}}{v_{cxi}}, \text{ хв.}, \quad (3.12)$$

де l_{pi} , l_{xi} – відстані, які потрібно проїхати відповідно навантаженим і порожнім автосамоскидом, км;

v_{cpi} , v_{cxi} – середні швидкості руху (додаток 3) відповідно навантаженого і порожнього автомобіля по ділянкам шляху, км/год.

10) Кількість автосамоскидів, необхідна для обслуговування екскаваторів:

$$n_{рейс} = n_{рейс} = \frac{Q_{зм} k T_p}{60 q_{аф} t_{зм} k_{в.м}}, \quad (3.13)$$

де k – коефіцієнт нерівномірності роботи виймально-навантажувального обладнання, $k = 1,2$;

$k_{в.м}$ – коефіцієнт використання змінного часу машиною, $k_{в.м} = 0,9$.

11) Інвентарна кількість автосамоскидів:

$$n_{инв} = n_{рейс} \cdot k_{инв}, \quad (3.14)$$

де $k_{инв}$ – коефіцієнт інвентарності, $k_{инв} = 1,3$.

12) Загальний пробіг автосамоскидів за зміну:

$$l_{заг} = \frac{Q_{зм} (l_{с.р} + l_{с.х})}{q_{аф}}, \text{ км/зміна}, \quad (3.15)$$

де $l_{с.р}$ і $l_{с.х}$ – середня дальність пробігу відповідно при робочому і холостому ході, км.

13) Витрата палива за зміну:

$$A_{нзм} = 0,01 l_{заг} \cdot A_n \cdot \gamma_{ман} \cdot \gamma_{гар} \cdot \gamma_{зим}, \text{ л/зміна}, \quad (3.16)$$

де A_n – нормативна витрата палива на 100 км пробігу;

$\gamma_{ман}$ – коефіцієнт витрати на маневри і зупинки, $\gamma_{ман} = 1,1$;

$\gamma_{гар}$ – коефіцієнт витрати на гаражні нестатки, $\gamma_{гар} = 1,06$;

$\gamma_{зим}$ – коефіцієнт підвищення витрати палива в зимовий час, $\gamma_{зим} = 1,1$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 35

Для автосамоскидів нормативна витрата палива розраховується за наступним співвідношенням:

$$A_n = (A_{нор} + A_{нав})/2, \quad (3.17)$$

де $A_{нор}$ – базова норма витрати палива автосамоскида в спорядженому стані без вантажу (наведена у технологічних характеристиках автосамоскидів), л/100 км;

$A_{нав}$ – норма витрати палива на транспортну роботу автосамоскида з вантажем, включає базову норму і залежить від вантажопідйомності або від нормованого завантаження, або від конкретної маси вантажу, що перевозиться:

$$A_{нав} = A_{нор} + A_m \cdot q_{аф}, \quad л/100 \text{ км}, \quad (3.18)$$

A_m – збільшення норми витрати палива на пробіг автосамоскида з розрахунку в літрах на кожен тону вантажу в залежності від виду палива, л/(т·100 км), для дизельного палива – до $A_m = 0,8 - 1,3$ л/(т·100 км);

Тоді нормативна витрата палива:

$$A_n = A_{нор} + A_m \cdot q_{аф}/2. \quad (3.19)$$

14) Витрата мастильних матеріалів (моторні мастила, трансмісійні і гідравлічні мастила, спеціальні мастила і рідини, пластичні змащення) складає $c_m = 5-8\%$ витрати палива, л/зміна:

$$A_{ммзм} = c_m \cdot A_{нзм} / 100, \quad л/зміна. \quad (3.20)$$

Для автосамоскидів БелАЗ $c_m = 6,1\%$; для автосамоскидів КамАЗ $c_m = 3,7\%$; для автосамоскидів КраЗ $c_m = 3,7\%$; для автосамоскидів МАЗ $c_m = 3,8\%$.

Розраховані величини заносяться у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Результати експлуатаційного розрахунку

Показники	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Тривалість рейсу, хв.			
Продуктивність одного автосамоскиду, т/зм			
Робочий парк, од.			
Інвентарний парк, од.			
Коефіцієнт використання вантажопідйомності			
Витрата пального на 100 км, л			
Пробіг шин, тис.км			
Термін служби автосамоскидів, років			
Середньомісячна зарплата 1 людини, грн.			
Чисельність обслуговуючого персоналу на 1 автосамоскид, чол.			
Річні витрати на зарплату, грн.			

3.2. Економічний вибір моделі автосамоскида

Дуже важливо, щоб використання моделі автосамоскиду було не лише технологічно можливим, але і економічно вигідним. Для цього потрібно

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 36

виконати економічний розрахунок для декількох найкращих для даного виду виймально-навантажувального обладнання моделей автосамоскидів, і, порівнявши результати, вибрати найкращий. Рекомендується порівняння виконувати у таблицях.

Всі витрати підприємства, що стосуються транспортного обладнання, можна поділити на капітальні та експлуатаційні.

Капітальні витрати (вкладення) на формування системи транспортування з автосамоскидами мають наступні складові:

- придбання автосамоскидів;
- спорудження (чи модернізація) ремонтної бази;
- спорудження автомобільних шляхів;
- нормалізація екологічного стану у кар'єрі.

При цьому вартість спорудження ремонтної бази і автошляхів для кожного варіанту буде майже однакова, тому для спрощення розрахунків будемо вважати, що транспортування здійснюється по існуючій дорозі, ремонтна база існує і її модернізація не потрібна. Глибина кар'єрів за умовою невелика і не перевищує 120 м, тому немає потреби у нормалізації атмосфери в кар'єрі. Для розрахунку використовуються лише сучасні моделі автосамоскидів, які обладнані системами нейтралізації газів. Тому капітальні витрати пов'язані лише з придбанням автосамоскидів.

Річні експлуатаційні витрати:

$$C_E = C_{zm} + C_{CC} + C_{аи} + C_{нмм} + C_{рш} + C_{то} + C_{ц}, \text{ грн./рік}, \quad (3.21)$$

де C_{zm} – витрати на заробітну плату:

$$C_{zm} = 12 \cdot n_{рейс} \cdot n_{чол} \cdot A_{zm}, \text{ грн.}, \quad (3.22)$$

$n_{чол}$ – чисельність обслуговуючого персоналу на 1 автосамоскид:

$$n_{чол} = n_{zm}(n_{чи} + n_{чоб}), \text{ чол.}, \quad (3.23)$$

n_{zm} – кількість змін за добу;

$n_{чи}$ – змінне число шоферів приймається з розрахунку 1 людина на 1 автосамоскид;

$n_{чоб}$ – змінне число обслуговуючого персоналу на 1 автосамоскид залежить від вантажопідйомності автосамоскиду:

- при вантажопідйомності до 20 т – 1,4 чол.;
- при вантажопідйомності 20–34 т – 1,8 чол.;
- при вантажопідйомності 35–50 т – 2,1 чол.;
- при вантажопідйомності 51–70 т – 2,7 чол.;
- при вантажопідйомності 70–90 т – 3 чол.;
- при вантажопідйомності 90–120 т – 3,5 чол.;

A_{zm} – середньомісячна зарплата 1 людини, грн.

C_{CC} – відрухування на державне соціальне страхування працівників:

$$C_{CC} = C_{zm} \cdot K_{C3} / 100\%, \text{ грн.}, \quad (3.23a)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 37

K_{C3} – розмір єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування (єдиний соціальний внесок). Єдиний внесок нараховується на суму заробітної плати за видами виплат, які включають основну та додаткову заробітну плату, інші заохочувальні та компенсаційні виплати в розмірі 22%, тобто $K_{C3} = 22\%$;

$C_{аи}$ – витрати на підтримання автошляхів:

$$C_{аи} = c_{аи} \cdot L, \text{ грн.}, \quad (3.24)$$

$c_{аи}$ – середньорічні витрати на підтримання 1 км автошляхів, приймаємо $c_{аи} = 57000$ грн/км.

$C_{пмм}$ – витрати на паливо і паливо-мастильні матеріали:

$$C_{пмм} = (c_n \cdot A_{пзм} + c_{мм} \cdot A_{ммзм}) \cdot N_{дн} \cdot n_{зм}, \text{ грн.}, \quad (3.25)$$

c_n і $c_{мм}$ – відповідно вартість 1 л палива і мастильних матеріалів, грн./л;
 $N_{дн}$ – середня річна кількість робочих днів, $N_{дн} = 240 - 250$.

$C_{рш}$ – витрати на ремонт шин:

$$C_{рш} = c_{ку} \cdot l_{заг} \cdot N_{дн} \cdot n_{зм} / p_{ш} = n_{ш} \cdot c_{ш} \cdot l_{заг} \cdot N_{дн} \cdot n_{зм} / p_{ш}, \text{ грн.}, \quad (3.26)$$

$c_{ку}$, $c_{ш}$ – вартість відповідно одного комплекту шин і однієї шини, грн. (додаток б);

$n_{ш}$ – кількість коліс автосамоскида, шт.;

$p_{ш}$ – пробіг шин для даних умов експлуатації, км (додатки 7, 8).

$C_{то}$ – витрати на технічне обслуговування і ремонт:

$$C_{то} = c_{то} \cdot l_{заг} \cdot N_{дн} \cdot n_{зм} / 100, \text{ грн.}, \quad (3.27)$$

$c_{то}$ – витрати на технічне обслуговування і ремонт одного автосамоскида, складають за нормами $c_{то} = 1000$ грн./рік на 100 км пробігу;

$C_{ц}$ – накладні цехові витрати, грн., складають 20% від експлуатаційних витрат.

При оцінці економічної ефективності слід пам'ятати, що строк фізичного зносу кар'єрного автосамоскида звичайно менший нормативного строку окупності. Тому для економічної оцінки використовують приведені витрати – суму експлуатаційних витрат і капітальних вкладень, приведених до однакової розмірності:

$$C_{пр} = C_E + K \cdot E_n, \quad (3.28)$$

де K – капітальні витрати, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (нормативний коефіцієнт приведення), для гірничодобувної промисловості прийнято $E_n = 0,15$.

Приклад структури собівартості транспортування породи наведено у табл. 3.4.

Кінцеві результати розрахунку зведені у табл. 3.5.

Економічний критерій для оцінки варіантів визначається умовами задачі. Вибір найкращого варіанту може виконуватись за:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 38

- 1) собівартістю транспортування гірничої маси – вибирається мінімальне значення;
- 2) приведеними середньорічними витратами – вибирається мінімальне значення;
- 3) терміном окупності витрат – вибирається мінімальне значення (в даній задачі не розглядається);

Таблиця 3.4

Собівартість транспортування породи

Показники	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Витрати на паливо: — грн/т — грн/(т·км)			
Вартість шин: — грн/т — грн/(т·км)			
Вартість технічного обслуговування і ремонту: — грн/т — грн/(т·км)			
Заробітна плата робітників і ІТР: — грн/т — грн/(т·км)			
Відрахування на державне соціальне страхування: — грн/т — грн/(т·км)			
Вартість підтримання автошляхів: — грн/т — грн/(т·км)			
Накладні цехові витрати (20%): — грн/т — грн/(т·км)			
Загальна собівартість перевезення: — грн/т — грн/(т·км) — дол.США/(т·км)			

Таблиця 3.5

Техніко-економічні показники

Показники	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Капітальні витрати, тис.дол.США			
Експлуатаційні витрати, тис. дол.США			

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 39

Приведені середньорічні витрати, тис. дол.США			
Чисельність персоналу, чол.			
Річна продуктивність праці, т/чол.			
Загальна собівартість перевезення: — грн./т — дол.США/(т·км)			

- 4) річною продуктивністю праці – вибирається максимальне значення;
- 5) очікуваними (розрахунковими) прибутками – вибирається максимальне значення (в даній задачі не розглядається);
- 6) рентабельністю транспортування – вибирається максимальне значення (в даній задачі не розглядається).

Приклад техніко-економічного розрахунку одного з автосамоскидів наведений у табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Приклад техніко-економічного розрахунку

Показники	Варіант 1	Вариант 2	Вариант 3	Примітки
<i>I</i>	2	3	4	5
Початкові дані				
Продуктивність кар'єру, м ³ /рік		3000000		
Продуктивність кар'єру, т/рік		4500000		
Число робочих змін на добу	$n_{зм}$	2		
Число робочих днів за рік	$N_{дн}$	250		
Тривалість зміни, год	$T_{зм}$	8		
Порода		пісок		
Густина породи, т/м ³	$\rho_{ц}$	1,5		
Коефіцієнт наповнення ковша	$K_{нк}$	0,95		Додаток 2
Коефіцієнт розрихлення породи у вибої	$K_{рк}$	1,3		
Марка екскаватора		ЕКГ-8УсН		Додатки 4-5
Місткість ковша екскаватора, м ³	E	8		
Розрахункова тривалість циклу, с	$T_{цр}$	28		
Змінна продуктивність екскаватора, м ³ /зміна	$P_{ез}$	3320		
Річна продуктивність екскаватора, млн.м ³ /рік	$P_{ер}$	1,66		
Кількість екскаваторів	$n_{ек}$	2		
Розрахунок продуктивності автосамоскида				
Марка автосамоскида		БелАЗ 7555		Технічні характеристики автосамоскида
Максимальна вантажопідйомність, т	q_a	55		
Об'єм кузова, м ³	V_a	25		
Маса порожнього автосамоскида, т	m_0	40,5		
Потужність двигуна, к.с.	N	730		
Норма витрати палива, л/100 км	$A_{пор}$	180		
Вартість з ПДВ, дол.США		260040		
Шини		24.00-35		
Кількість коліс		6		

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 40

Показники	Варіант 1	Вариант 2	Вариант 3	Примітки
<i>I</i>	2	3	4	5
Вартість 1 шини	10000			Додаток 6
Розрахунок кількості ковзів				
Коефіцієнт наповнення авто з верхом	$K_{вер}$	1,2		1,2
Число ковзів екскаватора в кузові:				
- за ємністю кузова	$n_{к1}$	4,39		
- за вантажопідйомністю	$n_{к2}$	6,27		
Приймаємо кількість ковзів	n_k	4		
Фактична використана ємність кузова	$V_{аф}$	22,78		
Фактична вантажопідйомність, т	$Q_{аф}$	35,08		
Дійсна маса навантаженої машини, т	P	75,58		
Коефіцієнт використання ємності кузова	K_V	0,91		
Коефіцієнт використання вантажопідйомності	K_q	0,64		
Розрахунок тривалості рейсу				
Час розвантаження, хв	$t_{роз}$	1,5		1,5
Час очікування розвантаження і навантаження, хв	$t_{оч}$	1		1
Час маневрів, хв	$t_{ман}$	1,5		1,5
Час навантаження автосамоскида, хв	$t_{нав}$	1,87		
Середня довжина шляхів по поверхні, км		4		Початкові дані
Швидкість руху по поверхні навантаженого автосамоскида, км/год		25		Додаток 3
Швидкість руху по поверхні порожнього автосамоскида, км/год		45		
Середня довжина капіт.траншей, км		0,8		Початкові дані
Швидкість підйому по кап.траншеї, км/год		12		Додаток 3
Швидкість спуску по кап.траншеї, км/год		20		
Середня довжина кар'єрних доріг, км		1,2		Початкові дані
Швидкість руху по кар'єрним дорогам навантаженого авто, км/год		15		Додаток 3
Швидкість руху по кар'єрним дорогам порожнього, км/год		25		
Час руху, хв		29,01		
Середня тривалість рейсу авто, хв	T_p	34,88		
Загальна відстань транспортування в один бік, км	L	6		
Розрахунок кількості автосамоскидів				
Коефіцієнт використання змінного часу	K	1,2		1,2
Коефіцієнт нерівномірності роботи виймально-навантажувального облад.	$K_{вм}$	0,9		0,9
Кількість рейсових авто	$n_{рейс}$	27,53		
Коефіцієнт інвентарності	$K_{ин}$	1,3		1,3
Інвентарна кількість авто	$n_{инв}$	36		
Загальний пробіг автосамоскидів за зміну, км	$I_{заг}$	3409,71		
Розрахунок витрат паливо-мастильних матеріалів				
Коефіцієнт витрати на маневри і зупинки	$\gamma_{ман}$	1,1		1,1
Коефіцієнт гаражних витрат	$\gamma_{гар}$	1,06		1,06
Коефіцієнт підвищення витрат в зимовий час	$\gamma_{зим}$	1,1		1,1

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 41

Показники		Варіант 1	Вариант 2	Вариант 3	Примітки
<i>1</i>		<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Збільшення норми витрати палива, л/(т 100 км)	A_m	1,1			0,8–1,3
Нормативна витрата палива, л/100 км	A_n	199,3			
Витрата палива за зміну, л/зм	$A_{пзм}$	8715,65			
Річна витрата палива, тис.л/рік	$A_{пр}$	4357,82			
Відсоток витрати мастильних матеріалів, %	c_m	6,1			(3–8)%
Витрата мастильних матеріалів за зміну, л/зміна	$A_{мзм}$	531,65			
Річна витрата мастильних матеріалів, тис.л/рік	$A_{мр}$	265,83			
Результати експлуатаційного розрахунку					
Тривалість рейсу, хв.	T_p	34,88			
Робочий парк, од.	$n_{рейс}$	28			
Інвентарний парк, од.	$n_{инв}$	36			
Коефіцієнт використання вантажопідйомності	K_q	0,64			
Нормативна витрата палива, л/100 км	$A_{пор}$	199,3			
Пробіг шин, тис.км		80			80
Термін служби автосамоскидів, років		7			
Середньомісячна зарплата 1 людини, грн.	$A_{зн}$	500			
Чисельність обслуговуючого персоналу на 1 автосамоскид, чол.	$n_{чол}$	4			
Річні витрати на зарплату, грн./рік		672000			
Єдиний соціальний внесок, %	$K_{сз}$	22%			22%
Відрахування на державне соціальне страхування, грн/рік	$C_{сс}$	147840			
Вартість палива, грн/л		3,5			
Вартість мастильних матеріалів, грн/л		8			
Курс \$, грн/\$		5,05			
Експлуатаційні витрати і собівартість транспортування породи					
Витрати на паливо і мастильні матеріали, грн	$C_{пмм}$	17379005,27			
- грн/т		3,862			
- грн/(т·км)		0,644			
Вартість шин, грн	$C_{рши}$	1278642,86			
- грн/т		0,284			
- грн/(т·км)		0,047			
Вартість технічного обслуговування і ремонту, грн	$C_{то}$	17048571,43			
- грн/т		3,789			
- грн/(т·км)		0,631			
Заробітна плата робітників і ІТР, грн	$C_{зн}$	672000			
- грн/т		0,149			
- грн/(т·км)		0,025			
Відрахування на державне соціальне страхування, грн	$C_{сс}$	147840			
- грн/т		0,033			
- грн/(т·км)		0,06			
Вартість підтримання автошляхів, грн	$C_{аш}$	342000			
- грн/т		0,076			
- грн/(т·км)		0,013			

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 42

Показники		Варіант 1	Вариант 2	Вариант 3	Примітки
1		2	3	4	5
Накладні цехові витрати (20%), грн	$C_{ц}$	9217014,88			
- грн/т		2,048			
- грн/(т·км)		0,341			
Загальна собівартість перевезення, грн	C_E	46085074,44			
- грн/т		10,241			
- грн/(т·км)		1,707			
- дол.США/(т·км)		0,3380			
Техніко-економічні показники					
Нормативний коефіцієнт приведення	E_n	0,15	0,15	0,15	
Капітальні витрати, тис.дол.США	K	9361,44			
Експлуатаційні витрати, тис. дол.США	C_E	9089,16			
Приведені середньорічні витрати, тис. дол.США	$C_{пр}$	10493,38			
Чисельність персоналу, чол.		112			
Річна продуктивність праці, т/люд.		40178,6			
Загальна собівартість перевезення:					
- грн/(т·км)		1,707			
- дол.США/(т·км)		0,3380			

2.4. «Геометричний аналіз кар'єру за методом проф. В.В. Ржевського для похилих і крутих покладів»

Графічний метод – це метод отримання числових рішень різних за-дач шляхом графічних побудов. Найбільшого поширення отримав роз-роблений В.В. Ржевським графічний метод геометричного аналізу кар'єра, при якому вимірювання площ корисної копалини і розкривних порід, потрібні для розрахунку їх об'ємів, замінюється вимірюванням ліній. В.В. Ржевський створив метод геометричного аналізу кар'єру і ряд методик, що широко використовуються, для вирішення таких задач проектування, як визначення кінцевих контурів кар'єру, побудова графіків режиму гірничих робіт, побудова календарного плану, вибір раціонального порядку розвитку гірничих робіт ...

Геометричний аналіз кар'єрного поля виконується для встановлення режиму гірничих робіт. Останній вважається встановленим, якщо в межах кар'єрного поля відомі початкове положення фронту, головний напрям його розвитку і календарний чи поетапний розподіл об'ємів розкривних і видобувних робіт за період існування кар'єру. При встановлених межах кар'єру загальні об'єми розкривних порід і корисної копалини відомі, але їх розподіл по рокам роботи кар'єру залежить від прийнятого порядку розвитку гірничих робіт, починаючи від місця розміщення розрізної траншеї і закінчуючи заключним етапом.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 43

Для геометричного аналізу потрібно визначити об'єми різної якості корисної копалини і розкривних порід для кожного з декількох десятків шарів, які звичайно мають складну ламану форму. Ця робота повинна бути виконана для всіх варіантів, що порівнюються, кількість яких може бути значна, тому геометричний аналіз є дуже громіздкою і трудомісткою роботою.

Графічний метод В.В. Ржевського значно знижує трудомісткість геометричного аналізу. Особливістю методу є те, що для кожного етапу зміни глибини або лінійних розмірів кар'єру враховується не весь об'єм, а лише приріст об'єму на одиницю глибини. Функціональна залежність приростів об'ємів від глибини достатньо повно характеризує режим гірничих робіт, а визначення приростів об'ємів значно простіше, ніж визначення об'ємів.

Коефіцієнт розкриття – це відношення об'єму або ваги розкриття до об'єму або ваги корисної копалини, що видобувається. Іншими словами, коефіцієнт розкриття показує кількість порід, яку необхідно вийняти і перемістити у відвали для того, щоб добути одиницю ваги або об'єму корисних копалин.

У практиці експлуатації і проектування найчастіше використовуються середній, шаровий і контурний коефіцієнти розкриття.

Середній промисловий коефіцієнт розкриття – це відношення всього об'єму розкриття V (m^3) до об'єму корисних копалин Q (m^3) в контурах кар'єру при даній глибині розробки.

Середній експлуатаційний коефіцієнт розкриття – це відношення всього об'єму розкриття V (m^3) до об'єму корисних копалин Q (m^3), вийнятих за період експлуатації в даних контурах кар'єру.

Контурний коефіцієнт розкриття – це відношення об'єму розкриття до об'єму копалин, вийнятих за рахунок розширення контурів кар'єру.

Шаровий коефіцієнт розкриття – це відношення об'єму розкриття у межах шару кар'єра до об'єму корисної копалини в цьому ж шарі. В загальному випадку шар може мати будь-яку форму і може бути в поперечному і в подовжньому перетині горизонтальним, похилим або ламаним.

Завдання

Виконати визначення кінцевих розмірів кар'єру (розміри по поверхні і кінцева глибина) та дослідження режиму гірничих робіт для заданого покладу. Початкові дані наведено у додатку 9.

Для похилих і крутих покладів, витягнутих по простяганню, визначення кінцевих розмірів кар'єру (розміри по поверхні і кінцева глибина) та дослідження режиму гірничих робіт проводиться на поперечних розрізах масштабу 1:500, 1:1000, 1:2000.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 44

Значення кутів укосу неробочого борту кар'єру приймається для всіх варіантів 35° , кути укосу робочих бортів кар'єрів – 20° , кути укосу бортів кар'єру на момент погашення – 50° .

Оскільки геометричний аналіз всього кар'єру все одно залишається досить трудомісткою задачею, то для цілей розрахункової роботи вистачить геометричного аналізу лише одного профілю кар'єру, з підсумковим розрахунком середніх коефіцієнтів розкриву.

Далі наведено приклад розрахунку для розрізу, наведеного на рис. 4.1, при граничному коефіцієнті розкриву $K_p = 7,6$.

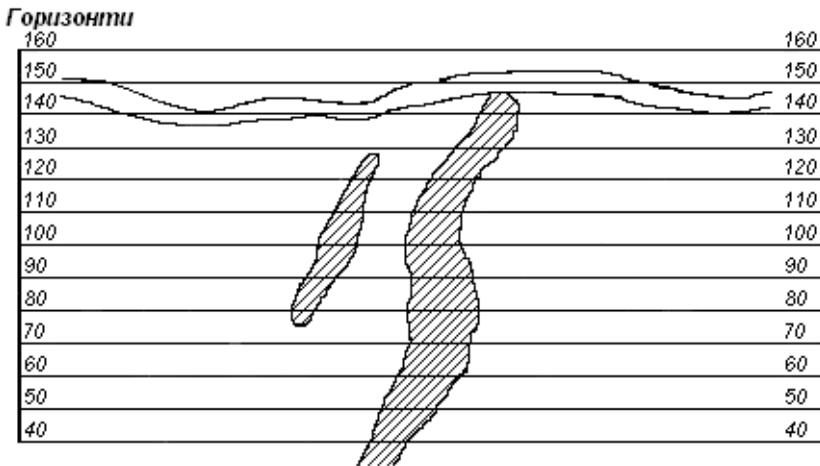


Рис. 4.1. Поперечний геологічний розріз

Методика розв'язання

При проектуванні і розробці родовищ корисної копалини використовують економічний показник – граничний коефіцієнт розкриву, за яким оцінюють порівняльну ефективність відкритої розробки і знаходять кінцеві і перспективні контури кар'єру, зокрема кінцеву глибину кар'єру.

Граничний коефіцієнт розкриву – розрахунковий показник, встановлюваний як найбільша величина, що допускається, з умови економічності відкритих робіт. Це число показує найбільшу економічно допустиму кількість одиниць розкриву, яку необхідно вийняти для видобування корисної копалини відкритим способом. Як гранична величина використовується комерційна собівартість видобування 1 т корисної копалини рівної якості підземними роботами або відпускна ціна корисної копалини.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 45

Для встановлення глибини кар'єру за граничним коефіцієнтом розкриття графічним методом поперечний профіль родовища ділять по висоті горизонтальними прямими, відстань між якими кратна або рівна висоті уступу (див. рис. 4.2).

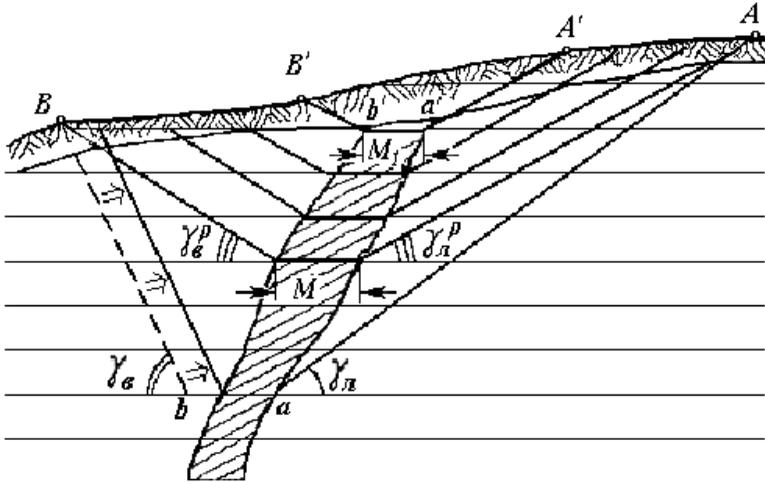


Рис. 4.2. Графічне визначення глибини кар'єру за граничним коефіцієнтом розкриття

Відповідно до прийнятого порядку розвитку гірничих робіт на кожному горизонті вибирається місце закладення розрізної траншеї і фіксуються точки дна кар'єру для кожного етапу роботи (a' , b' і т. д.). Від цих точок під кутами укосу робочих бортів кар'єру γ_a^p і γ_b^p ($17-20^\circ$) проводяться похилі прямі до перетину з денною поверхнею. Далі заміряється розкидання бортів ($A'B'$ і т. д.) по кожному етапу. Одержана величина ділиться на відповідну сумарну горизонтальну потужність рудного тіла для даного етапу (M_1 і т. д.).

Горизонт, на якому результат від ділення відрізка AB на потужність покладу M дорівнює граничному коефіцієнту розкриття, відповідає "поточній" глибини кар'єру; при цьому фіксуються верхні брівки кінцевих контурів кар'єру A і B . Потім з точок A і B проводяться похилі прямі під кутами погашення гірничих робіт γ_a і γ_b .

У загальному випадку перетин прямих Bb і Aa може відбуватися на нижніх горизонтах за межами покладу. В таких випадках уточнюються контури кар'єру на рівні поверхні, для чого з точок, що фіксують дійсне положення дна

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 46

на встановленій глибині кар'єру, проводяться похилі прямі під кутами γ_6 і γ_7 до перетину з земною поверхнею (див. рис. 4.3).

Кінцева глибина кар'єру графічним методом досить просто визначається і за наявності декількох покладів в даному геологічному профілі. В цьому випадку визначення глибини кар'єру проводиться стосовно головного, найпотужнішого покладу 1, а розробка покладів 2 і 5 розглядається як попутна. Порядок побудови такий же.

Для заданого профілю умова забезпечується для відмітки 100 м (табл. 4.1). Відповідно з точок перетину лінії укусу робочих бортів з поверхнею опускаємо лінії укусу бортів на момент погашення і знаходимо кінцеву глибину (див. рис. 4.3).

Таблиця 4.1

Визначення коефіцієнтів розкриву для різних горизонтів

Відмітки, м	140	130	120	110	100
Відстань по поверхні	57	82	111	164	190
Потужність корисної копалини	12	15	15	22	25
Коефіцієнти розкриву	4,75	5,47	8,27	7,45	7,60

Оскільки лінія укусу правого борта кар'єру проходить за межами покладу, то контури кар'єру потрібно уточнити: лінія переміщується так, щоб вона виходила з дійсного положення дна на встановленій глибині кар'єру під заданими кутами погашення.

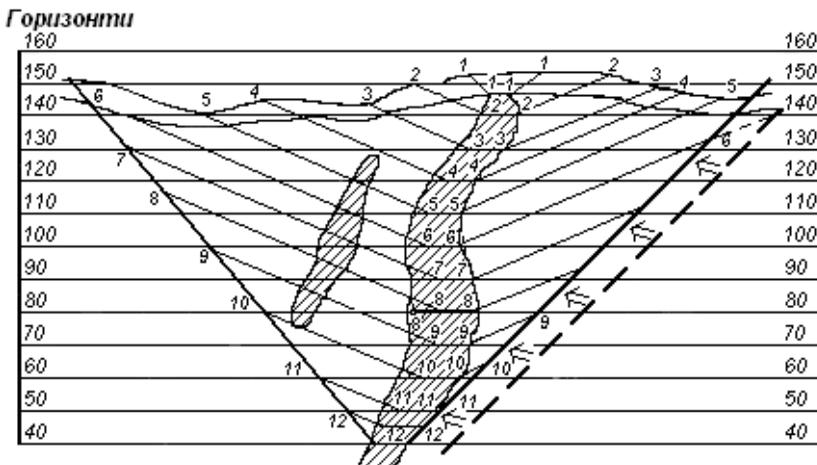


Рис. 4.3. Визначення кінцевої глибини кар'єру

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 47

При складній конфігурації покладів, складній топографії поверхні і криволінійному або ламаному контуру бортів кар'єру аналіз режиму гірничих робіт, встановлення меж кар'єру і ряд інших задач геометричного змісту можуть успішно розв'язуватися на геологічних профілях методом осадження трапецій (методом трапецій). Його сутність полягає в наступному. Будь-яка фігура $abcd$ (див. рис. 4.4), укладена у межах двох паралельних ліній, може розглядатися як трапеція; криволінійність сторін ad і bc в задачах гірничої справи невелика, тому ці сторони можна розглядати як прямі відрізки.

Якщо “осадити” фігуру $abcd$ (або $a_1b_1c_1d_1$) на яку-небудь вісь OY (не обов'язково перпендикулярну паралельним лініям), зберігши незмінними довжини ab і dc , отримаємо нову трапецію $a'b'c'd'$ (або $a'_1b'_1c'_1d'_1$). Середні лінії обох трапецій ef і $e'f'$ рівні, як і їх площі.

Таким чином, при відомій висоті шару h між паралельними лініями вимірювання площ відповідної конфігурації, що знаходяться в цьому шарі, можна замінити вимірюванням середніх ліній трапецій або трикутників. Оскільки розробка похилих і крутопадаючих покладів звичайно проводиться горизонтальними шарами з певною висотою уступу H_y , розглянутий прийом осадження трапеції дозволяє значно спростити геометричний аналіз кар'єрних полів в складних природних умовах.

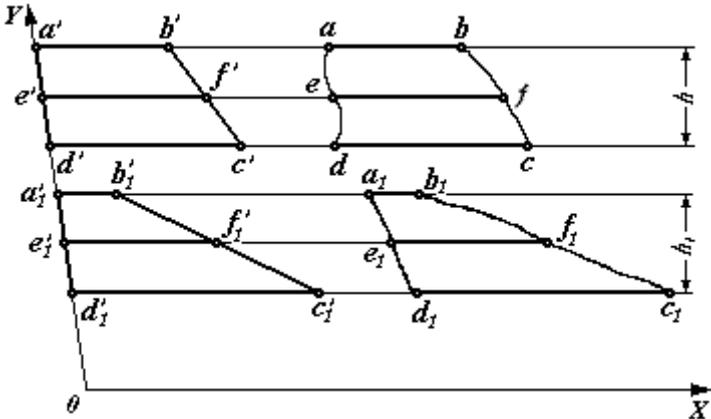


Рис. 4.4. Схема до методу осадження трапецій

При дослідженні режиму гірничих робіт для похилих і крутих покладів використовують метод осадження трапецій. На поперечному перерізі проводять тонкі горизонтальні лінії через інтервал по глибині, рівний річному пониженню робіт h або висоті уступу. В простих умовах цей інтервал може бути збільшений в 2–3 рази (до 20—40 м).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 48

Відповідно до прийнятої схеми розкриття на кожному горизонті викреслюють дно розрізної траншеї (дно кар'єру) і лінії робочих бортів (див. рис. 7.10).

Для кожного горизонту проводять пунктиром допоміжні лінії горизонтів, які проходять через кожні два послідовні положення дна кар'єру з якого-небудь одного боку (найчастіше лежачого), тобто через точку дна даного горизонту і точку дна вищерозміщеного горизонту (на рис. 7.10 допоміжну лінію 8 проведено через точки 8 і 7; допоміжні лінії горизонтів показують для кожного етапу гірничих робіт напрям їх розвитку).

Для кожного горизонту з точок перетину ліній укосів робочих бортів з поверхнею або контурами кар'єру проводять похилі лінії, паралельні допоміжній лінії даного горизонту до перетину з горизонтом. Цим самим фіксують косі проекції, тобто відрізки, що виражають елементарні прирости площі. Якщо лінії укосів бортів проходять по покладу або його частині, то знаходять косу проекцію цієї частини на горизонталь. Для цього похилі лінії, паралельні допоміжним, проводять з точок перетину лінії борту з покладом. Всі ділянки, які виражають приріст площі корисних копалин, виділяють жирною лінією. Сума цих ділянок на даному горизонті виражає загальний приріст площі корисних копалин даного шару.

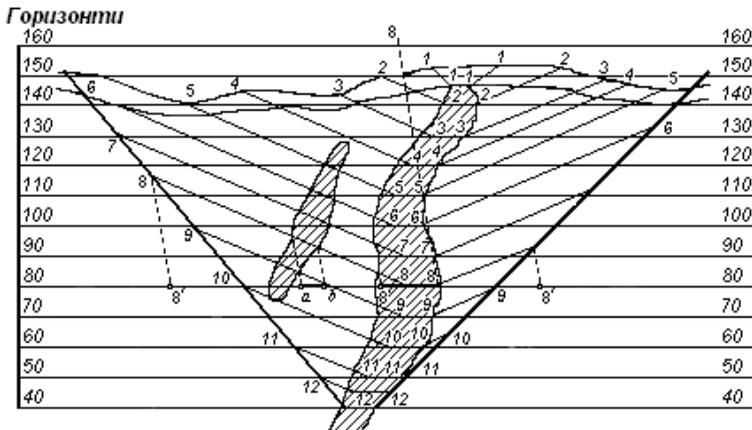


Рис. 4.5. Графічні побудови поточних контурів кар'єру і допоміжних ліній

У результаті побудов на геологічному профілі для кожного етапу робіт (для кожного горизонту) можуть бути знайдені косі проекції, тобто відрізки, що виражають приріст площі гірничої маси, корисних копалин (різних сортів), розкриття (різних видів), вони називаються надалі відповідно “ордината гірничої маси” (8'—8'), “ордината корисних копалин” (а—б, 8—8) і “ордината

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 49

розкриву”. Косі проекції гірничої маси і корисних копалин, виміряні на профілі і відкладені вздовж осі ординат, дозволяють побудувати відповідно графіки гірничої маси і корисних копалин. Віднімаючи на графіку від ординат гірничої маси ординати корисних копалин, одержують ординати розкриву, по яким будують графік режиму гірничих робіт (див. рис. 4.6).

Побудовані графіки дозволяють визначити поточні коефіцієнти розкриву (поділити ординати розкриву на ординати корисних копалин, потім побудувати графік поточних коефіцієнтів розкриву) і площі корисних копалин і розкриву. Підрахунок площ роблять методом трапеції за допомогою таблиці, побудованої нижче графіка (табл. 4.2). На графіку площа, обмежена віссю абсцис, графіком і двома суміжними ординатами, є площа трапеції. При підрахунку для кожного горизонту знаходять середню ординату розкриву і корисних копалин, яка в даній ділянці є середньою лінією трапеції. Помноживши середню ординату на інтервал глибини знаходять площу розкриву або корисних копалин, виражену в мм^2 . Для отримання натуральних площ, виражених в м^2 необхідно величини, виражені в мм , помножити на квадрат масштабу, тобто $S, \text{м}^2 = S, \text{мм}^2 \cdot \text{м}^2$. Наприклад, при масштабі 1:500 $S, \text{м}^2 = S, \text{мм}^2 \cdot 0,5^2$; при М 1:2000 $S, \text{м}^2 = S, \text{мм}^2 \cdot 2^2 \dots$

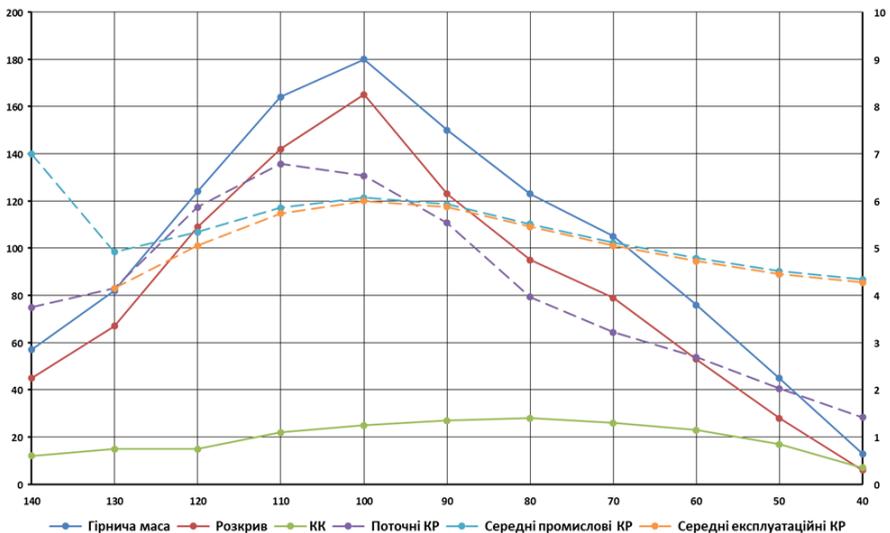


Рис. 4.6. Графік режиму роботи для крутоспадних покладів

Зробивши аналогічні побудови і підрахунки на кожному поперечному профілю, знаходять об'єми в блоках і, як їх суму, об'єм кожного шару у всьому контурі кар'єру. Також визначаються поточні та середній експлуатаційні

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019											Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1											Арк 94 / 50

коефіцієнти розкриву для кожного робочого контура кар'єру (кожного варіанту глибини). На підставі цих даних будують зведений графік режиму гірничих робіт для всього кар'єру (рис. 4.6).

Таблиця 4.2

Таблиця підрахунку площ порід і коефіцієнтів розкриву

Відмітки, м	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	
Гірнична маса, ординати, мм			57	82	124	164	180	150	123	105	76	45	
Розкрив	Ординати, мм		45	67	109	142	165	123	95	79	53	28	6
	Середні, мм			56	88	125,5	153,5	144	109	87	66	40,5	17
	Площа, мм ²			560	880	1255	1535	1440	1090	870	660	405	170
	Сума, мм ²			560	1440	2695	4230	5670	6760	7630	8290	8695	8965
Корисна копалина	Ординати, мм		12	15	15	22	25	27	28	26	23	17	7
	Середні, мм			13,5	15	18,5	23,5	26	27,5	27	24,5	20	12
	Площа, мм ²			135	150	185	235	260	275	270	245	200	120
	Сума, мм ²			135	285	470	705	965	1240	1510	1755	1955	2080
Коефіцієнти розкриву	Поточні			4,15	5,87	6,78	6,53	5,54	3,96	3,22	2,69	2,03	1,42
	Середні експлуатаційні			4,15	5,05	5,73	6,00	5,88	5,45	5,05	4,72	4,45	4,31

Також потрібно розрахувати і середні промислові коефіцієнти розкриву (табл. 4.3) для кожного варіанту робочих контурів кар'єру. Для цього об'єми гірничої маси, корисних копалин і розкриву (як їх різницю), виїнятих під час будівництва кар'єру (ми приймаємо, що це об'єми над верхнім горизонтом, що перетинає поклад корисних копалин), можна знайти графічно – як площі простих геометричних фігур, вписаних в дані контури (рис. 4.7).

Таблиця 4.3

Таблиця підрахунку площ порід і коефіцієнтів розкриву

Відмітки, м	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40		
Гірнична маса, ординати, мм			57	82	124	164	180	150	123	105	76	45	13	
Розкрив	Ординати, мм		45	67	109	142	165	123	95	79	53	28	6	
	Середні, мм			56	88	125,5	153,5	144	109	87	66	40,5	17	
	Площа, мм ²			350	560	880	1255	1535	1440	1090	870	660	405	170
	Сума, мм ²			350	910	1790	3045	4580	6020	7110	7980	8640	9045	9215
Корисна копалина	Ординати, мм		12	15	15	22	25	27	28	26	23	17	7	
	Середні, мм			13,5	15	18,5	23,5	26	27,5	27	24,5	20	12	
	Площа, мм ²			50	135	150	185	235	260	275	270	245	200	120
	Сума, мм ²			50	185	335	520	755	1015	1290	1560	1805	2005	2125
Коефіцієнти розкриву	Поточні			3,75	4,15	5,87	6,78	6,53	5,54	3,96	3,22	2,69	2,03	1,42
	Середні промислові			7,0	4,92	5,34	5,86	6,07	5,93	5,51	5,12	4,79	4,51	4,34

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 51

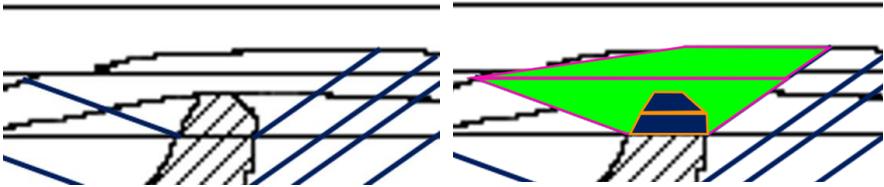


Рис. 4.7. Приклад графічного визначення об'єму гірничо-капітальних робіт

2.5. «Геометричний аналіз кар'єру за методом проф. В.В. Ржевського для горизонтальних і пологих покладів»

Завдання

Побудувати графік режиму гірничих робіт для даного родовища, трансформувати його в календарний розподіл по рокам експлуатації (календарний графік гірничих робіт) і визначити річні об'єми видобувних і розкривних робіт з врахуванням підготовки розкритих запасів. Початковими матеріалами служать топографічні плани з нанесеними ізопотужностями порід і корисних копалин і межами кар'єру (див. рис. 5.1). Всі графічні побудови повинні виконуватись на міліметровому папері.

Початкові дані наведено у додатку 10.

Методика розв'язку

Для кожного з можливих варіантів розвитку гірничих робіт встановлюють первинне положення фронту робіт, ряд проміжних і кінцеве. В конкретних умовах число можливих і раціональних варіантів розвитку гірничих робіт звичайно невелике (2–4), так як розрізні траншеї завжди намагаються розміщувати на ділянках з найменшою потужністю розкриву. Для кожного положення фронту встановлюють виймаємі об'єми розкривних порід і корисних копалин при посуванні фронту на одиницю довжини, тобто знаходять елементарні прирости об'ємів, за допомогою яких будується графік режиму гірничих робіт.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 52

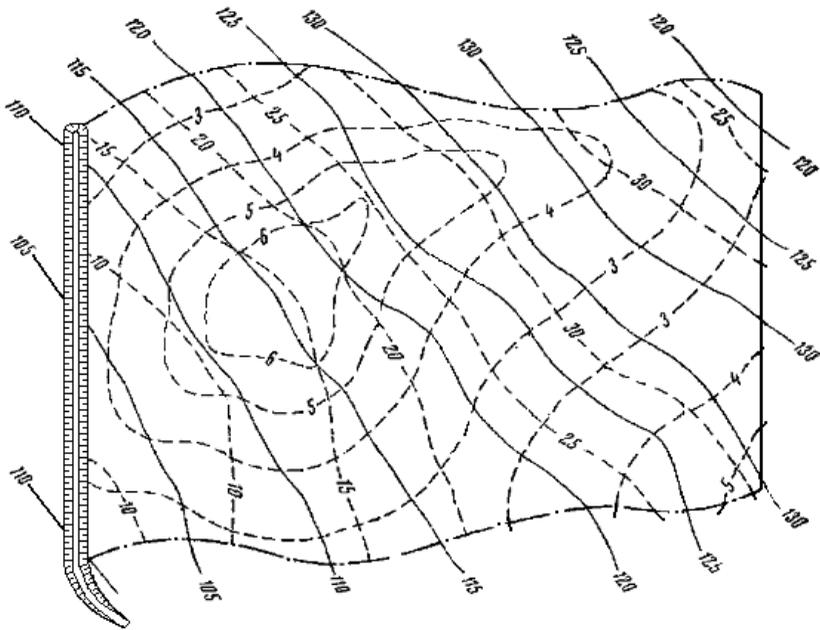


Рис. 5.1. План ізопотужностей розкривних порід і корисних копалин

При побудові і підрахунку використовують наступні прийоми:

1. Згідно прийнятого напрямку розвитку робіт кар'єрне поле розбивається серією паралельних ліній, які фіксують етапи робіт (див. рис. 7.2). Кількість ліній 6–8 в простих умовах, 10–15 і більше в складних умовах. Лінії проводять через однаковий інтервал $l_1 = l_2 = l_3$ і т.д.

2. Для встановлення вилучаємих об'ємів розкриву і корисної копалини при просуванні на одиницю довжини фронт робіт на кожній лінії розділяють (див. лінія етапу V на рис. 7.2) на ділянки однакової довжини по 10, 20 або 50 мм, залежно від масштабу креслення і складності планів ізопотужностей розкриву і корисної копалини. В середині кожної ділянки, користуючись відмітками ізопотужностей, проставляють значення потужності розкриву і корисних копалин. Для кожного етапу ці значення відповідно підсумовуються, множаться на довжину однієї ділянки і лінійний масштаб.

3. Одержані дані відкладають у вигляді ординат корисних копалин і розкриву на графіку режиму гірничих робіт (див. рис. 7.3). На осі абсцис графіка в прийнятому масштабі наносять положення фронту робіт I, II, III і т.д. відповідно до відстаней між ними l_1, l_2, l_3 і т. д., а на осі ординат — прирости площі корисних копалин і розкриву.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 54

відповідні ординати корисних копалин, одержують поточні коефіцієнти розкриву.

Поетапний розподіл об'ємів, одержаний в результаті геометричного аналізу для вибору режиму гірничих робіт, необхідно трансформувати в календарний розподіл за роками експлуатації. Трансформація поетапного графіку режиму гірничих робіт в календарний здійснюється наступним чином (див. рис. 5.3).

Запаси корисних копалин S_K , що відповідають посуванню фронту кар'єру на один етап, при потужності кар'єру для даного періоду $П_{Kx}$ відпрацьовуються за термін $t_x = S_K : П_{Kx}$ або

$$t_x = \frac{Y_{K.cp} l}{П_{Kx}} = l / \left(\frac{П_{Kx}}{Y_{K.cp}} \right) = \frac{l}{v_\phi},$$

де $Y_{K.cp}$ — ордината графіка режиму по корисним копалинам в середині етапу (вертикальна проекція робочої зони по корисним копалинам), м²; l — протяжність етапу, м.

v_ϕ — швидкість посування фронту гірничих робіт, м/рік.

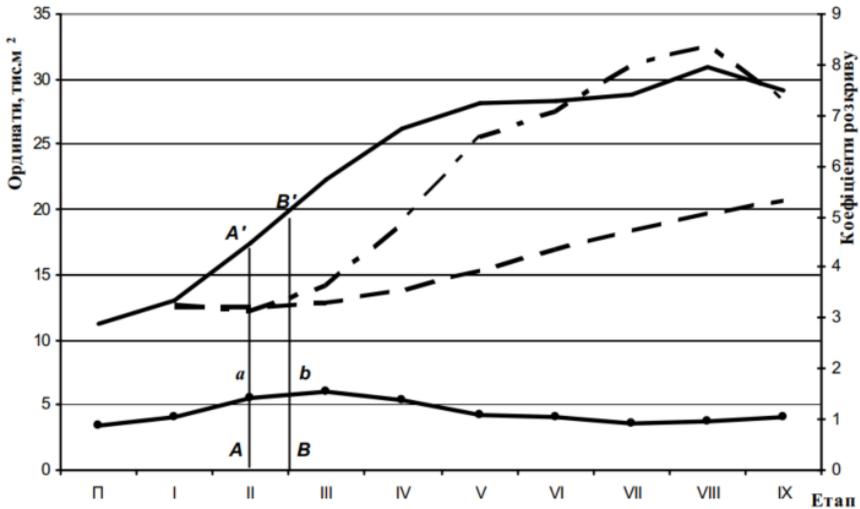


Рис. 5.3. Графік режиму гірничих робіт

- Розкрив
- Корисна копалина
- - - Поточний коеф.розкриву
- — Середній коеф.розкриву

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 55

Встановивши величину t_x для кожного етапу, можна знайти початкові і кінцеві роки будь-якого етапу робіт:

$$\begin{cases} t_{x,поч} = t_I + t_{II} + \dots + t_x; \\ t_{x,кін} = t_I + t_{II} + \dots + t_x. \end{cases}$$

На основі такого розрахунку викреслюють календарний графік видобування корисних копалин по рокам існування, на якому ординатою корисних копалин в кожний період є прийнята виробнича потужність кар'єру (див. рис. 5.4).

Для того, щоб встановити рік початку видобувних робіт і календарний розподіл об'ємів розкривних робіт, необхідно також трансформувати графік розкривних порід. В початковий період, до досягнення проектною потужності кар'єру, з метою якнайшвидшого введення кар'єру в експлуатацію річні об'єми розкривних робіт встановлюють відповідно до можливого темпу посування фронту робіт або за графіком введення в роботу екскаваторів і фактично виконуваному ними об'єму. Таким чином знаходять тривалість виконання гірничо-капітальних робіт до здачі кар'єру в експлуатацію. Річні об'єми розкривних робіт в період експлуатації визначають шляхом розподілу етапних об'ємів розкривних робіт ($S_P = Y_{p,cr} I$) на термін відроблення даного етапу t_x . Ці річні об'єми відкладають у вигляді ординат в середині періоду, що відноситься до розробки даного етапу.

Таблиця 5.1

Таблиця підрахунку об'ємів порід і коефіцієнтів розкриття

Етап		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX				
Лінія етапу		II		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		
Відстань між етапами, м		200		200		200		200		200		200		200		200		200		200		
Протяжність фронту робіт, км		1,12	1,16	1,23	1,29	1,25	1,15	1,08	1,04	1,11	1,04	1,11	1,04	1,11	1,04	1,11	1,04	1,11	1,04	1,11	1,04	
Розкрив	Ординати, тис.м ²	11,2	13,1	17,5	22,3	26,2	28,2	28,3	28,8	30,9	29,2	30,9	29,2	30,9	29,2	30,9	29,2	30,9	29,2	30,9	29,2	30,9
	Середні, тис.м ²		12,2	15,3	19,9	24,25	27,2	28,25	28,55	29,85	30,05											
	Об'єм, тис.м ³		2430	3060	3980	4850	5440	5650	5710	5970	6010											
	Сума, тис.м ³		2430	5490	9470	14320	19760	25410	31120	37090	43100											
Корисна копалина	Ординати, тис.м ²	3,5	4,0	5,6	6,1	5,4	4,3	4,0	3,6	3,7	4,0	3,6	3,7	4,0	3,6	3,7	4,0	3,6	3,7	4,0	3,6	
	Середні, тис.м ²		3,75	4,8	5,85	5,75	4,85	4,15	3,8	3,65	3,85											
	Об'єм, тис.м ³		750	960	1170	1150	970	830	760	730	770											
	Сума, тис.м ³		750	1710	2880	4030	5000	5830	6590	7320	8090											
Коефіцієнти розкриття	Поточні		3,28	3,13	3,66	4,85	6,56	7,08	8,00	8,35	7,30											
	Середні		3,24	3,21	3,29	3,55	3,95	4,36	4,72	5,07	5,33											

Якщо на графіку режиму побудована крива поточних коефіцієнтів розкриття K_T , ординати розкривних порід для календарного графіка знаходять

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 56

шляхом множення ординат корисних копалин графіка режиму по етапам (див. рис. 5.3) на поточний коефіцієнт розкриву для відповідного етапу.

Кожна ордината гірничої маси на графіку режиму приблизно виражає (в квадраті масштабу креслення) площу вертикальної проекції робочої зони кар'єру. Вона складається з площ по розкривним породам і корисним копалинам, кожна з яких виражається своєю ординатою для даного положення фронту. Оскільки в кожний період часу кар'єр повинен мати розкриті запаси корисних копалин, для точнішого знаходження поточних коефіцієнтів розкриву слід ординату розкривних порід і ординату корисних копалин вимірювати не по одній ординатній лінії, наприклад AA' (рис. 5.3), а так, щоб ордината розкривних порід вимірювалася по лінії BB' , а ордината корисних копалин по лінії AA' з того розрахунку, щоб об'єм корисних копалин між лініями AA' і BB' (площа $AabB$) був би чисельно рівний величині розкритих запасів, необхідних для нормальної діяльності кар'єру.

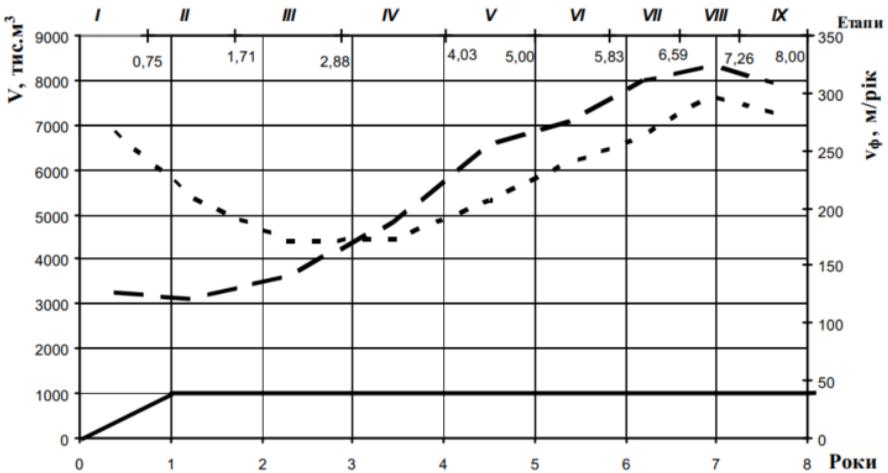


Рис. 5.4. Календарний графік гірничих робіт

- Корисна копалина
- — — Розкрив
- +— Етапи
- - - - Швидкість посування фронту ГР

За графіком режиму шляхом множення середньої ординати на довжину етапу обчислюють поетапні і наростаючі об'єми корисних копалин і розкривних порід, які заносять в табл. 5.2.

Накопичені об'єми відкладають на графіку (див. рис. 7.5), ліва вертикальна шкала якого служить для об'ємів корисних копалин, а права – для об'ємів розкриву. На горизонтальній шкалі фіксують положення етапів гірничих робіт.

Таким чином, графік показує для кожного етапу виймаємі об'єми корисних копалин і розкриву від початку розробки.

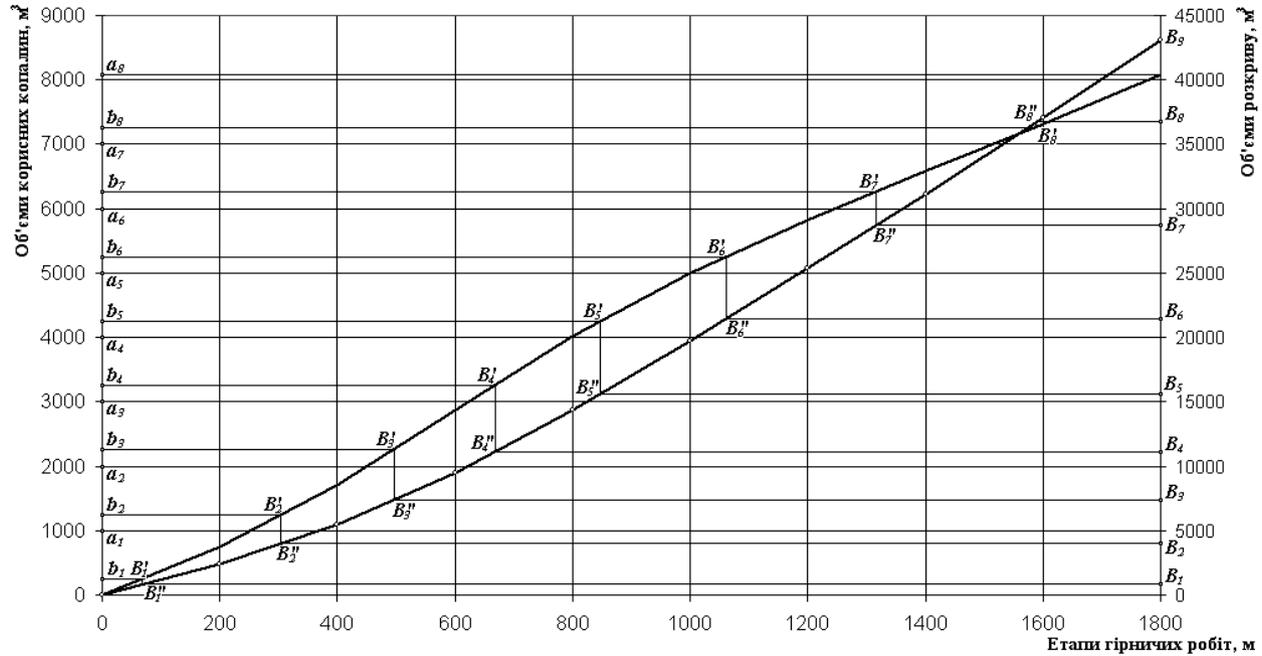


Рис. 5.5. Графік накопичених об'ємів гірничих робіт

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 58

Таблиця 5.2

Об'єми гірничих робіт за етапами

Показники	Номер етапу								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Етапи гірничих робіт, м	0—200	200—400	400—600	600—800	800—1000	1000—1200	1200—1400	1400—1600	1600—1800
Об'єми корисних копалин за етапами $Y_{к.ср}$, тис.м ³	750	960	1170	1150	970	830	760	730	770
Накопичені об'єми корисних копалин $\Sigma Y_{к.ср}$, тис.м ³	750	1710	2880	4030	5000	5830	6590	7320	8090
Об'єми розкриву за етап V_p , тис. м ³	2430	3060	3980	4850	5440	5650	5710	5970	6010
Накопичені об'єми розкриву ΣV_p , тис.м ³	2430	5490	9470	14320	19760	25410	31120	37090	43100
Швидкість посування фронту гірничих робіт, м/рік	266,67	208,33	170,94	173,91	206,19	240,96	263,16	298,63	283,12
Термін відробки, роки	0,75	0,96	1,17	1,15	0,97	0,83	0,76	0,67	0,71
Рік кінця відробки етапу	0,75	1,71	2,88	4,03	5,00	5,83	6,59	7,26	8,00

У табл. 5.3 вказуються для кожного року експлуатації кар'єру планова виробнича потужність по корисним копалинам і необхідні об'єми розкритих запасів.

Об'єми розкривних робіт, які необхідно виконати в кожному рік експлуатації кар'єру з урахуванням забезпечення планової потужності кар'єру і підготовки розкритих запасів, визначають по графіку (рис. 5.5). Для цього на шкалі корисної копалини в прийнятому масштабі відкладають річні об'єми корисної копалини (відрізки $O-a_1$, a_1-a_2 , a_2-a_3 і т.д.), планові об'єми розкритих запасів (відрізки $O-b_1$, a_1-b_2 , a_2-b_3 і т.д.), проводять горизонтальні лінії до перетину з графіком накопичених об'ємів корисної копалини (точки b'_1 , b'_2 , b'_3 ...). Проекції точок перетину на горизонтальну шкалу показують положення розкривних робіт на кожний рік експлуатації з урахуванням підготовки розкритих запасів. Від точок b'_1 , b'_2 , b'_3 проводять вертикальні лінії до перетину з графіком накопичених об'ємів розкриву (точки b''_1 , b''_2 , b''_3 ...). Останні проєктують на праву вертикальну шкалу (точки B_1 , B_2 , B_3 ...). Відрізки $O-B_1$, B_1-B_2 , B_2-B_3 і т.д. в прийнятому масштабі показуватимуть річні об'єми розкривних робіт. Ці об'єми заносять в останню графу табл. 5.3.

Побудований графік режиму гірничих робіт оцінюється економічно за капітальними витратами і за експлуатаційними витратами з урахуванням чинника часу у витратанні засобів, їх повернення і доходів при реалізації продукції (так, як це виконується в роботах 2 і 3).

Повна оцінка дії чинника часу може проводитися тільки після трансформації поетапних графіків геометричного аналізу в графіки календарного розподілу об'ємів робіт. Разом з тим, якщо терміни освоєння проектної потужності кар'єру по гірничій масі і по корисній копалині можуть бути прийняті однаковими для різних варіантів режиму, то економічну оцінку

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 59

режиму можна проводити безпосередньо за поетапними графіками геометричного аналізу кар'єрного поля.

Таблиця 5.3

Річні об'єми видобувних і розкривних робіт

Показники	Роки робіт								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Річна потужність по корисній копалині, тис.м ³	0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1090
Планові об'єми розкритих запасів на початок наступного року, тис.м ³	250	250	250	250	250	250	250	250	–
Накопичені об'єми розкриву, тис.м ³	818	4182	7212	11210	15575	21606	28600	36575	43100
Річні об'єми розкривних робіт, тис.м ³	818	3364	3030	3998	4365	6031	6994	7975	6525

Для зіставлення витрат, понесених в різні періоди розробки, їх приводять до певного моменту часу, наприклад, до моменту закінчення будівництва кар'єру. Економічна ефективність вкладення засобів може бути визначена у вигляді прибутку, вираженого приведеними значеннями різниці між сумарною реалізованою вартістю і сумарними витратами.

На основі зіставлення капітальних витрат, експлуатаційних витрат, загальних приведених витрат і відшкодування засобів, що витрачують, при реалізації корисної копалини вибирають за технологічними і економічними чинниками найвигідніший і найраціональніший варіант. Динаміка зміни економічних чинників при різних режимах гірничих робіт може бути зображена графічно.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 60

3. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ

Курсовий проект виконується на окремих аркушах друкарського паперу формату А4 згідно з ГОСТ 2.301-68 (210×297 мм).

Перша сторінка оформляється як **титульна**, на ній номер сторінки не вказується. Всі аркуші, крім титульного, повинні мати обрамляючу лінію (рамку) згідно ГОСТ 2.115-68 та основний напис.

Основний напис на першому аркуші кожного розділу, змісту, вступу, літератури, виконується за ГОСТ 2.104-68 (форма 2) розміром 40×185 мм. Основний напис на наступних аркушах звіту виконується за ГОСТ 2.104-68 (форма 2а) розміром 15×185 мм.

Шифрування розділів курсового проекту виконується згідно наступної схеми:

XXXX.XXXX.XX.XX.XX



Наприклад:

КМ.КП25.К9.01.3В

Нижче наведено приклади оформлення титульної сторінки проекту (рис. 6.1), першої (рис. 6.2) і наступних (рис. 6.3) сторінок кожного розділу.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 61

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва

Кафедра маркшейдерії

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з «Проектування гірничих підприємств»

на тему: _____

Виконав: студент(ка) ____ курсу,
групи _____
спеціальності 184 «Гірництво», освітньо-
професійна програма: «Гірництво»
Виконавець: _____

Керівник: _____
(посада, імя та прізвище)

Національна шкала _____
Кількість балів _____ Оцінка ECTS ____

Члени комісії _____
(підпис) (імя та прізвище)

(підпис) (імя та прізвище)

(підпис) (імя та прізвище)

Житомир - 2025

Рис. 6.1. Приклад оформлення титульної сторінки курсового проекту

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 62

4

Розділ 1 ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ КАР'ЄРУ

1.1 Основні параметри і елементи кар'єру

Кар'єр – це сукупність відкритих гірничих виробок, призначених для розробки родовища корисних копалин. Кар'єром також називають гірниче підприємство, що видобуває корисні копалини відкритим способом...

					КМ.КП17.К9.01			
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат.	Розділ 1 ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ КАР'ЄРУ	Літ.	Арк.	Аркцифр.
Розроб.	Іванов І.В.						1	10
Перевір.	Петров П.В.					ЖДТУ, група ___-___		
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.	Петров П.В.							

Рис. 6.2. Приклад оформлення першої сторінки розділу

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 63

					5
<p>Фронт робіт кар'єру – сумарна протяжність фронтів робіт окремих робочих уступів; поділяється на розкритий та видобувний.</p> <p>Посування фронту робіт у кар'єрі – один з показників інтенсивності розробки родовища; характеризується швидкістю ...</p>					
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дат	Арк.
					2

Рис. 6.3. Приклад оформлення інших сторінок розділу

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 64

При оформленні тексту курсового проекту потрібно дотримуватись наступних вимог:

1. Текст курсового проекту набирається шрифтом Times New Roman розміром 14 пунктів. Коли потрібно вставити цитату розміром більше за 4 рядка, то текст набирається розміром 12 пунктів.

2. Рядки розміщуються з інтервалом 1,5.

3. Сторінка повинна мати поля таких розмірів: зліва – 20 (25) мм, справа – 10 мм, зверху – 20 мм, знизу – 20 мм.

4. На сторінці - не більше 30 рядків.

5. Кожен абзац починається з відступу 10 мм. Додаткові інтервали між абзацами відсутні.

Нумерацію сторінок, розділів, підрозділів, таблиць, малюнків, формул подають арабськими цифрами без знаку «№».

Нумерація сторінок подвійна:

- наскрізна (через весь курсовий проект), ставиться у верхньому правому кутку аркуша без крапки після цифри (див. *рис. 6, 7*). Першою сторінкою проекту є титульний аркуш, на якому номер сторінки не ставиться (див. *рис. 6.1*);

- в межах розділу, ставиться у відповідних полях основного напису без крапки після цифри (див. *рис. 6.2-6.3*). На першій сторінці кожного розділу також вказується загальна кількість сторінок даного розділу (див. *рис. 6.2*).

Номер розділу ставлять після слова «РОЗДІЛ». Після номеру крапку не ставлять, з нового рядка друкують назву розділу. Підрозділи нумерують в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, між якими ставиться крапка (див. *рис. 6*). Такі структурні елементи роботи, як ЗМІСТ, ВСТУП, ВИСНОВКИ, ДОДАТКИ, СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ не мають порядкового номера.

Правила нумерації схем, таблиць, ілюстрацій.

Схеми, таблиці, ілюстрації можуть розташовуватися по тексту або на окремих сторінках (зразу після тексту, де вони описуються). Якщо ілюстрації та таблиці розміщені на окремих сторінках, то ці сторінки включають у загальну нумерацію. Таблицю, рисунок або креслення, розміри якого більше формату А4, враховують як одну сторінку і розміщують у відповідних місцях після згадування у тексті або в додатках.

Ілюстрації, таблиці та схеми повинні мати заголовки і нумерацію. У тексті слід зробити посилання на них, наприклад: «(див. табл. 1.1)», «наведено на рис.3.3». Ілюстрації, таблиці та схеми нумерують послідовно в межах розділу (крім тих, що подаються у додатках). Номер складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації (таблиці або схеми) в межах розділу, між якими ставиться крапка. Наприклад, «Рис.3.2» (другий рисунок третього розділу), «Таблиця 1.2» (друга таблиця першого розділу).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 65

Ілюстрації позначають словом «Рис.», таблиці – словом «Таблиця». Номер ілюстрації, її назва і пояснювальні підписи розміщують послідовно під ілюстрацією (центрування – посередині), а номер і назву таблиці розміщують над таблицею.

При перенесенні частини таблиці на інший аркуш (сторінку) слово «Таблиця» і номер її вказують один раз справа над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть слова «Продовження табл.» і вказують номер таблиці, наприклад, «Продовження табл. 1.2».

Якщо в розділі є лише одна таблиця або одна ілюстрація, їх нумерують за загальними правилами.

Ілюстрації.

Основними видами ілюстративного матеріалу є: креслення, технічний рисунок, схема, фотографія, діаграма і графік.

Ілюструвати роботу слід, виходячи із певного загального задуму, за ретельно продуманим тематичним планом, що допомагає уникнути ілюстрацій випадкових, пов'язаних із другорядними деталями тексту і запобігти невинуватим пропускам ілюстрацій до найважливіших тем. Кожна ілюстрація має відповідати тексту, а текст – ілюстрації.

Назви ілюстрацій розміщують після їхніх номерів. Підпис під ілюстрацією звичайно має 4 основні елементи:

- найменування графічного сюжету, що позначається скороченим словом "Рис.";
- порядковий номер ілюстрації, який вказується без знаку номера арабськими цифрами;
- тематичний заголовок ілюстрації, що містить текст із стислою характеристикою зображеного;
- підписувачий підпис (деталі сюжету позначають цифрами, які вносять у підпис, супроводжуючи їх текстом).

Не варто оформлювати посилання на ілюстрації як самостійні фрази, в яких лише повторюється те, що міститься у підписі. У тому місці, де викладається тема, пов'язана з ілюстрацією, і де на неї потрібно вказати, розміщують посилання у вигляді виразу в круглих дужках «(рис. 3.1)» або зворот типу: «... як це видно з рис. 3.1» або «... як це показано на рис. 3.1».

Таблиці.

Слово «Таблиця» і її номер розміщують над назвою таблиці, праворуч. Назву таблиці наводять жирним шрифтом і розміщують нижче з центруванням посередині. Назва розташовується над таблицею!

Таблицю розміщують після першого згадування про неї в тексті, так, щоб її можна було читати без повороту переплетеного блоку або з поворотом за стрілкою годинника. Таблицю з великою кількістю рядків можна переносити на наступну сторінку. При перенесенні таблиці на наступну сторінку назву вміщують тільки над її першою частиною.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 66

Текст у таблиці варто друкувати кеглем 12 з одинарним інтервалом. Якщо цифрові або інші дані в якійсь комірці таблиці відсутні, то в ній ставлять прочерк.

Формули.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів потрібно подавати безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони наведені у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта потрібно подавати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки.

Рівняння і формули потрібно виділяти з тексту вільними рядками. Вище і нижче кожної формули потрібно залишити не менше одного вільного рядка. Якщо рівняння не вміщується в один рядок, його слід перенести після знака рівності (=), або після знаків плюс (+), мінус (-), множення.

Загальне правило пунктуації в тексті з формулами таке: формула входить до речення як його рівноправний елемент. Тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації. Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, передбачених правилами пунктуації:

- а) у тексті перед формулою є узагальнююче слово;
- б) цього вимагає побудова тексту, що передує формулі.

Розділовими знаками між формулами, котрі йдуть одна під одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безпосередньо за формулою до її номера.

Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання в наступному тексті, інші нумерувати не рекомендується. Формули (якщо їх більше однієї) нумерують у межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі, між якими ставлять крапку. Порядкові номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках біля правого поля сторінки, наприклад, «(3.1)» (перша формула третього розділу).

Номер, який не вміщується у рядку з формулою, переносять у наступний рядок нижче формули. Номер формули при її перенесенні вміщують на рівні останнього рядка. Якщо формулу взято в рамку, то номер такої формули записують зовні рамки з правого боку навпроти основного рядка формули. Номер формули-дробу подають на рівні основної горизонтальної риски формули.

Найбільші, а також довгі і громіздкі формули, котрі мають у складі знаки суми, добутку, диференціювання, інтегрування, розміщують на окремих рядках. Це стосується також і всіх нумерованих формул. Для економії місця кілька коротких однотипних формул, відокремлених від тексту, можна подати в одному рядку, а не одну під одною. Невеликі і нескладні формули, що не мають самостійного значення, вписують всередині рядків тексту.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 94 / 67

Додатки.

Додатки оформлюють як продовження роботи на останніх її сторінках або у вигляді окремої частини (книги), розмішуючи їх у порядку появи посилань у тексті. Якщо додатки оформлюють на останніх сторінках, кожен такий додаток має починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований зверху малими літерами з першою великою літерою симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першою великою друкується слово «Додаток» і велика літера української абетки, що позначає додаток, наприклад, «Додаток Б». Додатки позначають послідовно великими літерами, за винятком літер Г, Є, І, Ї, О, Ч, Ь. Один додаток позначається просто словом «Додаток» без великих літер, що його позначають.

Текст кожного додатка за необхідності може бути поділений на розділи й підрозділи, які нумерують у межах кожного додатка. У цьому випадку перед кожним номером ставлять позначення додатка (літеру) і крапку, наприклад, «А.2» – другий розділ додатка А; «В.3.1» – перший підрозділ третього розділу додатка В.

Ілюстрації, таблиці та формули, розміщені в додатках, нумерують у межах кожного додатка, наприклад: рис. Д.1.2 – другий рисунок першого розділу додатка Д); формула (А.1) – перша формула додатка А.

Загальні правила оформлення списку використаних джерел.

Список використаних джерел – елемент бібліографічного апарату, котрий містить бібліографічні описи використаних джерел і розміщується після висновків.

Оформлення списку використаних джерел повинно відповідати вимогам ВАК до бібліографічного опису – ГОСТ 7.1:2006 «Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання» (Бюлетень ВАК України № 3, 2008 р., с. 9-13).

Джерела можна розміщувати одним із таких способів:

- у порядку появи посилань у тексті;
- в алфавітному порядку прізвищ перших авторів заголовків.

Нумерація джерел проставляється вручну. Не використовуйте автонумерацію та автоматично генеровані кінцеві посилання!

Джерела іноземною мовою розміщуються після всіх джерел кирилицею (за винятком формування списку у порядку появи посилання в тексті).

Основні правила оформлення джерела наступні:

1. Назви статей, монографій, збірників, конференцій, тез, доповідей, авторефератів дисертацій вказуються повністю.
2. Для статей обов'язково наводиться їх назва, назва видання, рік, номер (випуск, том), початкова та кінцева сторінки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 68

3. Для монографій, довідкових, енциклопедичних видань – назва, місце видання (місто), видавництво, рік видання, (том, частина – якщо є), загальна кількість сторінок.

4. У списку джерел з маленької букви пишуть відомості, що відносяться до заголовку (підруч. для вузів, матеріали конф., тези, навчально-методичний посібник тощо), відомості про відповідальність (ред., упоряд., редкол. та ін.).

5. Має бути проміжок в один друкарський знак (пробіл) до і після приписного знака: тире (–), скісна риска (/), дві скісні (//), двокрапка (:). Виняток – крапка (.) та кома (,), проміжки залишають тільки після них.

6. Після скісної риски (/) пишеться автор (автори) саме у такому вигляді, в якому зазначено на титульному листі або у змісті (якщо це стаття). Наприклад, це може бути Попов В.В., В.В. Попов, Василь Васильович Попов, Василь Попов.

7. Запис реквізитів статті одного автора з періодичного друкованого видання буде мати наступний вигляд:

Прізвище ініціали автора. Назва статті / ім'я, по батькові автора або ініціали і прізвище автора // Назва журналу. – Рік. – № . – С. ?–?.

8. Запис двох і більше авторів виконується так: спочатку перший автор, після скісної риски (/) вказуються два/три/чотири автора:

Прізвище ініціали першого автора. Назва статті / ініціали прізвище першого автора, ініціали прізвище другого, третього, четвертого автора // Назва журналу. – Рік. – № . – С. ? – ?.

9. Стаття з електронного видання оформлюється так:

Прізвище ініціали автора. Назва статті [Електронний ресурс] / ім'я, по батькові автора або ініціали прізвище автора // Назва журналу. – Рік. – № . – Режим доступу:

<http://www...> електронна адреса (з нового рядка)

10. Для того, щоб прізвище та ініціали автора залишалися в одному рядку і не розривалися, користуйтеся комбінацією Shift+Ctrl+Space (пробіл).

Приклади оформлення наведено у *табл.6.1.*

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 94 / 69

Таблиця 6.1

ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ БІБЛІОГРАФІЧНОГО ОПИСУ НАУКОВИХ РОБІТ

(за ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації,
бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний
опис. Загальні вимоги та правила складання»)

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Книги: Один автор	1. Коренівський Д. Г. Дестабілізуючий ефект параметричного білого шуму в неперервних та дискретних динамічних системах / Д. Г. Коренівський. – Київ : Ін-т математики, 2006. – 111 с. – (Математика та її застосування) (Праці / Ін-т математики НАН України; т. 59). 2. Матюх Н. Д. Що дорожче срібла-золота / Наталя Дмитрівна Матюх. – Київ : Асамблея діл. кінг: Ін-т соц. іміджмейкінгу, 2006. – 311 с.
Два автори	1. Матяш І. Б. Діяльність Надзвичайної дипломатичної місії УНР в Угорщині : історія, спогади, арх. док. / І. Матяш, Ю. Мушка. – Київ : Києво-Могилян. акад., 2005. – 397, [1] с. – (Бібліотека наукового щорічника "Україна дипломатична" ; вип. 1). 2. Ромовська З. В. Сімейне законодавство України / З. В. Ромовська, Ю. В. Черняк. – Київ : Прецедент, 2006. – 93 с. 3. Суберляк О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. В. Суберляк, П. І. Баштанник. – Львів : Растр-7, 2007. – 375 с.
Три автори	Кравець В.Г. Руйнування гірських порід вибухом : навч. посібник / В.Г. Кравець, В.В. Коробійчук, О.А. Зубченко. - Житомир : ЖДТУ, 2012. - 328 с.
Чотири автори	1. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / [В. В. Вітвіцький, М. Ф. Кисляченко, І. В. Лобастов, А. А. Нечипорук]. – Київ : НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2006. – 106 с. – (Б-ка спец. АПК. Екон. нормативи).
П'ять і більше авторів	1. Формування здорового способу життя молоді : навч.-метод. посіб. для працівників соц. служб для сім'ї, дітей та молоді / Т. В. Бондар, О. Г. Карпенко, Д. М. Дикова-Фаворська [та ін.]. – Київ : Укр. ін-т соц. дослідж., 2005. – 115 с.
Без автора	1. Історія Свято-Михайлівського Золотоверхого монастиря / [авт. тексту В. Клос]. – Київ : Грані-Т, 2007. – 119 с. – (Грані світу). 2. Воскресіння мертвих : українська барокова драма: антол. / [упорядк., ст., пер. і прим. В. О. Шевчук]. – Київ : Грамота, 2007. – 638, [1] с. 3. Проблеми типологічної та квантитативної лексикології : зб. наук. праць / наук. ред. В. Каліущенко [та ін.]. – Чернівці: Рута, 2007. – 310 с.
Багатотомний документ	1. Історія Національної академії наук України, 1941–1945 / упоряд. Л. М. Яременко [та ін.]. – Київ : Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, 2007.– (Джерела з історії науки в Україні). – Ч. 2: Додатки. – 2007. – 573, [1] с. 2. Бондаренко В. Г. Теорія ймовірностей і математична статистика / В. Г. Бондаренко, І. Ю. Канівська, С. М. Парамонова. – Київ : НТУУ "КПІ", 2006. – Ч. 1. – 125 с. 3. Реабілітовані історією. Житомирська область: у 7 т. – Житомир: Полісся, 2006. – (Наук.-док. сер. кн "Реабілітовані історією": у 27 т./ гол. редкол.: П. Т. Тронько (гол.) [та ін.]). Кн. 1 / обл. редкол. : І. М. Синявська (голова) [та ін.]. – 2006. – 721, [2] с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.0/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 94 / 70

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Матеріали конференцій, з'їздів	1. Оцінка й обгрунтування продовження ресурсу елементів конструкцій : праці конф., 6–9 черв. 2000 р. / відп. ред. В. Т. Трошенко. – Київ : НАН України, Ін-т пробл. міцності, 2000. Т. 2 : — С. 559—956, XIII, [2] с. — (Ресурс 2000). 2. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій : зб. наук. пр / наук. ред. В. І. Моссаковський. – Дніпропетровськ : Навч. кн., 1999. – 215 с. 3. Ризикологія в економіці та підприємстві : зб. наук. пр. за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф., 27–28 берез. 2001 р. / М-во освіти і науки України, Держ податк. адмін. України [та ін.]. – Київ : КНЕУ : Акад. ДПС України, 2001.— 452 с.
Словники	1. Географія : словник-довідник / [авт.-уклад. Ципін В. Л.]. – Харків : Халімон, 2006. – 175, [1] с. 2. Тимошенко З. І. Болонський процес в дії : словник-довідник основ. термінів і понять з орг. навч. процесу у вищ. навч. закл. / З. І. Тимошенко, О. І. Тимошенко. – Київ : Європ. ун-т, 2007. – 57 с. 3. Українсько-німецький тематичний словник / уклад. Н. Яцко [та ін.]. – Київ : Карпенко, 2007. – 219 с.
Атласи	1. Україна : екол.-геогр. атлас : присвяч. всесвіт. дню науки в ім'я миру та розвитку згідно з рішенням 31 сесії ген. конф. ЮНЕСКО / наук. редкол. : С. С. Куруленко [та ін.] ; Рада по вивч. продукт. сил України НАН України [та ін.]. — Київ : Варта, 2006. — 217, [1] с.
Законодавчі та нормативні документи	1. Кримінально-процесуальний кодекс України : за станом на 1 груд. 2005 р. / Верховна Рада України. – Київ : Парлам. вид-во, 2006. – 207 с. – (Б-ка офіц. видань). 2. Медична статистика статистика : зб. нормат. док. / упоряд. та голов. ред. В. М. Заболотько. – Київ : МНІАЦ мед. статистики, Медінформ, 2006. – 459 с. – (Нормативні директивні правові документи). 3. Експлуатація, порядок і терміни перевірки запобіжних пристроїв посудин, апаратів і трубопроводів теплових електростанцій : СОУ-Н ЕЕ 39.501:2007. – Київ : ГРІФРЕ : М-во палива та енергетики України, 2007. – VI, 74 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція).
Стандарти	1. Вимоги щодо безпечності контрольно-вимірювального та лабораторного електричного устаткування. Ч. 2-020. Додаткові вимоги до лабораторних центрифуг (EN 61010-2-020:1994, IDT) : ДСТУ EN 61010-2-020:2005. – [Чинний від 2007-01-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2007. – IV, 18 с. – (Національний стандарт України). 2. Якість води : Словник термінів : ДСТУ ISO 6107-1:2004 – ДСТУ ISO 6107-9:2004. – [Чинний від 2005-04-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2006. – 181 с. – (Нац. стандарти України). 3. Вимоги щодо безпечності контрольно-вимірювального та лабораторного електричного устаткування. Ч. 2-020. Додаткові вимоги до лабораторних центрифуг (EN 61010-2-020:1994, IDT) : ДСТУ EN 61010-2-020:2005. – [Чинний від 2007-01-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2007. – IV, 18 с. – (Національний стандарт України).
Дисертації	1. Петров П.П. Активність молодих зірок сонячної маси : дис. ... д-ра фіз.-мат. наук : 01.03.02 / Петров Петро Петрович. – Київ, 2005. – 276 с.
Автореферати	1. Новосад І.Я. Технологічне забезпечення виготовлення секцій робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.02.08 „Технологія машинобудування” / І. Я. Новосад. – Тернопіль, 2007. – 20 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 71

Характеристика джерела	Приклад оформлення
дисертацій	2. Нгуен Ші Данг. Моделювання і прогнозування макроекономічних показників в системі підтримки прийняття рішень управління державними фінансами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.13.06 „Автоматиз. системи упр. та прогрес. інформ. технології” / Нгуен Ші Данг. – Київ, 2007. – 20 с.
Частина книги, періодичного, продовжаного видання	1. Козіна Ж. Л. Теоретичні основи і результати практичного застосування системного аналізу в наукових дослідженнях в області спортивних ігор / Ж. Л. Козіна // Теорія та методика фізичного виховання. – 2007. – № 6. – С. 15–18, 35–38. 2. Гранчак Т. Інформаційно-аналітичні структури бібліотек в умовах демократичних перетворень / Тетяна Гранчак, Валерій Горовий // Бібліотечний вісн. – 2006. – № 6. – С. 14–17. 3. Валова І. Нові принципи угоди Базель / І. Валова ; пер. з англ. Н. М. Середи // Банки та банківські системи. – 2007. – Т.2, № 2. – С. 6–20.
Електронні ресурси	1. Богомольний Б. Р. Медицина екстремальних ситуацій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. мед. вузів III–IV рівнів акредитації / Б. Р. Богомольний, В. В. Кононенко, П. М. Чуев. – 80 Min / 700 MB. – Одеса : Одес. мед. ун-т, 2003. – (Бібліотека студента-медика) – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 Mb RAM; Windows 95, 98, 2000, XP; MS Word 97-2000. – Назва з контейнера. 2. Розподіл населення найбільш численних національностей за статтю та віком, шлюбним станом, мовними ознаками та рівнем освіти [Електронний ресурс] : за даними Всеукр. перепису населення 2001 р. / Держ. ком. статистики України; ред. О. Г. Осауленко. – К.: CD-вид-во "Інфодиск", 2004. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM): кольор.; 12 см. – (Всеукр. перепис населення, 2001). – Систем. вимоги: Pentium-266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. – Назва з титул. екрану. 3. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті: (підсумки 10-ї Міжнар. конф. „Крим-2003”) [Електронний ресурс] / Л. Й. Костенко, А. О. Чекмарьов, А. Г. Бровкін, І. А. Павлуша // Бібліотечний вісник – 2003. – № 4. – С. 43. – Режим доступу до журн.: http://www.nbu.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 72

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бакка М.Т. Основи проектування гірничих підприємств : Лабораторний практикум / М.Т. Бакка , С.С. Іськов. – Житомир: РВВ ЖДТУ, 2006. – 173 с.
2. Бизов В.Ф. Проектування гірничих підприємств. Т. XIV. Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком “Гірництво” / В.Ф. Бизов. – Кривий Ріг: Мінерал, 2003. – 341 с.
3. СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007 «Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин» / Частина 1. Гірничі роботи. Ліквідація гірничодобувних підприємств. Техніко-економічна оцінка та показники. / Голярчук М.Г., Квітка В.І., Воробйов А.І., Куроченко В.М., Нусінов В.Я., Пижик М.М., Римарчук Б.І., Шапар А.Г. - Кривий Ріг: «Мінерал». -2007.- 279 с.
4. ДБН А.2.2-3:2014 "Склад та зміст проектної документації на будівництво". – К. : Мінрегіон України, 2014. – 33 с.
5. Положення про проектування гірничодобувних підприємств України та визначення запасів корисних копалин за ступенем підготовленості до видобування (Затверджено наказом Міністерства промислової політики України від 7 травня 2004 р. N 221). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-04#Text>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 73

ДОДАТОК 1

Варіанти до розрахункової роботи №3

Остання цифра залікової книжки	Перша літера прізвища										
	А, Б, В	Г, Д, Е	Є, Ж, З	И, І, Ї, Й	К, Л, М	Н, О, П	Р, С, Т	У, Ф, Х	Ц, Ч, Ш	Щ, Ю, Я	
1	1	11	5	15	9	3	13	7	2	12	
2	2	12	6	16	10	4	14	8	3	13	
3	3	13	7	1	11	5	15	9	4	14	
4	4	14	8	2	12	6	16	10	5	15	
5	5	15	9	3	13	7	1	11	6	16	
6	6	16	10	4	14	8	2	12	7	1	
7	7	1	11	5	15	9	3	13	8	2	
8	8	2	12	6	16	10	4	14	9	3	
9	9	3	13	7	1	11	5	15	10	4	
0	10	4	14	8	2	12	6	16	11	5	

Вихідні дані

Варіант	Відстань транспортування, км			Річна продуктивність кар'єру по КК, м ³ /рік	Екскаватор			Корисна копалина	
	по поверхні	по капітальним траншеям	по уступам і дну кар'єра		марка	продуктивність, м ³ /зміну	к-сть, шт	назва	щільність, т/м ³
1	3,50	0,80	1,50	3000000	ЭКГ-5Н	3068	2	Пісок	1,60
2	4,00	1,00	1,30	7000000	ЭКГ-10	4708	3	Вугілля	1,48
3	3,00	0,80	1,2	1700000	Caterpillar 325C	897	4	Пісок	1,55
4	3,80	0,60	1,00	2000000	ЭКГ-4Ус	2107	2	Суглинок	1,70
5	3,50	0,80	1,00	1500000	Liebherr R924	774	2	Пісок	1,50
6	3,00	0,70	0,80	4000000	ЭКГ-10Н	4080	3	Руда поліметалічна	3,15
7	3,20	0,90	1,20	3000000	ЭКГ-5У	1503	4	Граніт	2,70
8	3,60	0,70	1,10	2000000	Daewoo S340-V	680	3	Пісок, гравій	1,90
9	3,60	1,10	1,30	3500000	ЭКГ-5В	1756	4	Вапняки	2,65
10	4,20	0,70	1,20	7000000	ЭКГ-10М	4692	3	Руда магнетитова	3,39
11	6,00	1,00	1,50	6000000	ЭКГ-15	6089	2	Руда гематитова	4,55
12	3,20	0,60	0,90	1000000	Volvo EC340B	1037	1	Пісок, гравій	1,85
13	4,00	0,80	1,20	4500000	ЭКГ-10Р	3039	3	Вапняки	2,70
14	3,50	0,90	1,20	6000000	ЭКГ-8Ус	4130	3	Пісок	1,50
15	5,50	1,20	1,30	4500000	ЭКГ-12Ус	4590	2	Вугілля	1,48
16	3,30	1,00	1,30	3000000	ЭКГ-8У	2132	3	Граніт	2,65

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 75

ДОДАТОК 2

Екскавацийні характеристики порід

Породи	$k_{p,k}$	$k_{н,k}$
Пісок сухий	1,05–1,20	0,95–1,02
Пісок вологий	1,05–1,20	1,15–1,23
Суглинок	1,15–1,30	1,05–1,12
Суглинок вологий	1,25–1,35	1,20–1,32
Глина середня	1,25–1,35	1,08–1,18
Глина середня волога	1,25–1,35	1,30–1,50
Глина важка	1,25–1,35	1,00–1,10
Глина важка волога	1,25–1,35	1,25–1,40
Буре і кам'яне вугілля, міцні глини, слабкі глинисті сланці, крейда	1,13–1,15	0,95–1,10
Щільні глинисті сланці, мергель, слабкі пісковики на глиняному цементі	1,25–1,35	0,85–1,00
Пісковики на вапняковому цементі, слабкі вапняки	1,30–1,45	0,80–1,00
Пісковики на залізістому і кварцовому цементі, міцні вапняки і доломіти	1,45–1,50	0,75–0,90
Погано підірвані гірські породи	1,55–1,80	0,75–0,90
Добре підірвані гірські породи	1,25–1,55	0,95–1,02

ДОДАТОК 3

Розрахункові середньорейсові швидкості автосамоскидів

Дороги	Швидкість, км/год при вантажопідйомності, т		
	<10	10-40	42-60
Цементобетонні та залізобетонні, асфальтобетонні, чорні щебеневі з опором руху 0,2 кПа/т	30	28	25
Гравійні дороги з опором руху 0,3 кПа/т(основа щебенева, гравійна, шлакова, ґрунто-щебенева, з каменю, ґрунто-гравійна, оброблена в'язучими матеріалами)	28	25	22
Залізобетонні, щебеневі, гравійні, ґрунто-гравійні та ґрунтові, оброблені в'язучими матеріалами (опір руху 0,4 кПа/т)	25	20	20
Ґрунтові, закріплені щебенем і гравієм, у скельних ґрунтах із вирівнюванням щебеним шаром (опір руху 0,7 кПа/т)	18	16	15

Технічна характеристика екскаваторів ЕКГ

	Параметри	ЭКГ-4Ус	ЭКГ-5У	ЭКГ-5А	ЭКГ-5В	ЭКГ-5Д	ЭКГ-5Н
1	Місткість основного ковша, м ³	4	5	5,2	5,2	5,2	5,2
2	Місткість змінних ковшів, м ³	3,2; 4,6	-	3,2; 4,6; 6,3; 7	3,2; 4,6; 6,3; 7	3,2; 4,6; 6,3; 7	
5	<i>a</i> Кут нахилу стріли, град		50				
6	<i>C</i> Радіус черпання найбільший, м	15,5	23,7	14,5	14,5	14,5	14,66
7	<i>D</i> Висота черпання найбільша, м	12,9	22,2	10,3	10,3	10,3	10,4
8	<i>E</i> Радіус розвантаження найбільший, м	13,7	22,1	12,65	12,65	12,65	12,6
9	<i>F</i> Висота розвантаження найбільша, м	9	17,5	6,7	6,7	6,7	6,7
11	<i>K</i> Радіус черпання на рівні стояння, м		14,5				
12	Найбільше зусилля на підвісці ковша, кН (тс)		490 (50)		500	500	490
13	Розрахункова тривалість циклу (при куті повороту 90 ⁰), с	29	30	23	26	23	23
14	Швидкість пересування по горизонтальній площадці, км/год	0,55	0,7	0,55	0,55	0,55	0,45
15	Найбільший долаємий кут підйому, рад (град)	0,2(12)	0,2 (12)	0,2(12)	0,2(12)	0,2(12)	0,2(12)
16	Номінальна потужність двигуна мережі, кВт (трансформатора, кВА)		800				250
		250	160	250	250(400)	-	63
17	Маса робоча з ковшем, тон	211	386	196	207	195	212
18	Маса основного ковша, тон		8,6				
	Завод-виробник	УМЗ	ИЗ	УМЗ	УМЗ	УМЗ	НКМБЗ

	ЭКГ-8У	ЭКГ-8УС	ЭКГ-8УсН	ЭКГ-10	ЭКГ-10М	ЭКГ-10Р	ЭКГ-10Н	ЭКГ-12УС	ЭКГ-15	ЭКГ-15(18)
1	8	8	8	10	11,5	8	10	12	15	18
2	-	-		8,0; 12,5; 16,0	-	-		-	18	
5	50	50	45	45	45	45	45	47,5	45	45
6	34	19,8	21	18,4	19	17,9	18,4	28	22,6	22,6
7	28,5	17,6	15	13,5	14,5	13,5	13,7	20,7	15,8	16,6
8	31,5	17,9	18,5	16,3	16,5	15,5	16	25,8	19,5	19,5
9	24	12,5	10	8,6	10,2	8,6	9,2	14,9	9,88	9,9
11	21	13,5	13,7	12,6	12,6	12,6	12,6	17,8	15,6	15,6
12	833 (85)	780 (79,6)		980 (100)	1078 (110)	1078 (110)		1178 (120)	1470 (150)	1660
13	35	28	28	26	26	26	26	32	28	35
14	0,82	0,7	0,42	0,7	0,7	0,7	0,42	0,82	0,82	0,75
15	0,2 (12)	0,2 (12)	0,2(12)	0,2 (12)	0,2 (12)	0,2 (12)	0,2(12)	0,2 (12)	0,2 (12)	0,2 (12)
16	1250 (250)	800		800	800	800		1250 (250)	1250 (250)	1250 (250)
	250	160		160	160	160		250	250	
17	725	405	415	395	402	407	400	721	698	698
18	15,1	14,4		16,2	19,4	14,6		25,2	29,6	31
	ІЗ	ІЗ	НКМБЗ	ІЗ	ІЗ	ІЗ	НКМБЗ	ІЗ	ІЗ	ІЗ

Примітка. Маркування заводів наступні: ІЗ – Іжорський завод; НКМБЗ – Новокраматорський машинобудівний завод; УМЗ – Урал-машзавод.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 78

ДОДАТОК 5

Технічна характеристика сучасних закордонних гусеничних кар'єрно-будівельних екскаваторів

Модель	Об'єм ковша, м ³	Макс. глибина копання, м	Висота розвантаження, м	Зусилля відриву, кН	Маса, т	Потужність двигуна, кВт
1	2	3	4	5	6	7
Volvo						
EC180B	1,025-1,425	5,18-6,41	6,14-7,55	68,4-92,6	18,07-19,02	90
EC210B	0,75-1,55	5,39-7,73	6,43-8,27	80,2-117,2	21,34-22,34	119
EC240B	1,05-1,975	6,04-7,6	6,7-8,53	99,0-141,1	24,8-25,77	134
EC290B	0,95-2,1	6,2-8,28	6,69-9,6	105,0-167,2	28,4-29,9	153
EC340B	1,1-2,6	7,9	11,9	259	35,2	182
EC360B	1,35-3,0	6,72-8,2	6,83-7,52	137-207	36,25-37,05	198
EC450B	1,6-3,2	7,8	11,2	285	44,5	227
EC460B	1,825-3,725	6,57-9,15	6,98-7,87	154,9-237,3	44,85-47,88	239
Daewoo						
S300-V	0,7-1,5	7,33-7,98	7,285-7,475	119-159	29,1-31,1	147
S340-V	1,1-1,6	7,67-8,48	7,27-7,64	146-170	33,6-34,9	184
S420-V	1,3-1,9	7,725-8,47	7,845-8,33	164-189	41,1-42,8	210
S470-V	1,3-2,5	7,34-11,8	7,76-9,85	195-246	46,9-48,4	232
S500-V	1,8-3,2	6,28-6,78	6,59-6,68	249-288	49,9-51,4	232
Komatsu						
PC290	0,65-2,1	5,44-6,94	9,87	210	29,6	130
PC340	0,6-2,38	6,355-8,18	10,6	212	33,9	173
PC380	1,12-2,54	6,22-8,045	10,7	212	40,7	173
PC450	1,3-2,7	9,2	11,5	245	44,7	228
PC750SE	3,6-6,0	7,02	11,5	391	77,7	331
JCB						
JS260	0,77-1,46	5,72-7,23	6,15-7,05	109,8-179,2	25,44-25,79	120
JS330	1,18-1,85	6,37-8,18	6,71-7,46	114,7-196,1	31,9-32,6	178
LS460	1,39-2,25	6,87-9,00	7,55-8,46	315,7-537,4	45,05-46,82	228
Caterpillar						
320C	0,41-1,7	5,2-6,14	5,63-8,11	115-147	21,12-22,41	103
322C	0,63-2,2	5,839-6,687	5,775-7,826	130,2-170,8	24,05-26,14	121
325C	0,63-1,9	5,379-7,120	3,09-7,07	133-182	27,34-30,19	128
330C	0,68-2,3	6,18-8,06	6,46-7,67	152-219	34,3-35,7	181
345BL II	1,8-3,5	6,61-7,50	6,73-7,56	203,7-234,6	48,6	239

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019					Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1					Арк 94 / 79

1	2	3	4	5	6	7
Fiat-Hitachi						
EX300	1,00-1,60	8,18	10,6	237	31,5	165
EX350H	1,15-1,86	7,38	10,2	237	32,6	162
EX370HD	1,15-1,86	7,27	10,4	237	36	162
EX450H.5	1,26-2,28	9,24	11,6	249	43,1	225
Liebherr						
R924	0,3-2,0	7,6	9,8	159	24,8	112
R934	0,24-2,2	7,95	10,6	165	27,6	137
R944	0,6-2,6	8,2	11,2	180	33,9	164
R954B	1,3-3,9	8,4	11	285	45,7	210
Kobelco						
SK250	0,81-1,40	7,68	9,92	144	24	163
SK330	1,2-1,8				30,6	172
SK400	1,15-3,06				45,8	228
SK460	1,35-2,10				42,4	228

- Примітки.** 1. При розрахунках для екскаваторів тривалість циклу приймається в межах 16-18 с.
2. Для розрахунків приймається верхнє значення об'єму ковша (вибирається найбільший змінний ковш).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 80

ДОДАТОК 6

Характеристика і вартість шин

Типорозмір	Модель	Індекси навантаження, категорія швидкості	Ціна, грн.	Завод
21.00-33	ВФ-166А	194В	5 711	Днепрошина
21.00-28	ДФ-27	184В	4 642	Днепрошина
18.00-25	ВФ-76Б	183В	4 149	Днепрошина
18.00-25	Ф-154	183В	3 913	Днепрошина
18.00-25	ПТ-7	200А2	5 236	Днепрошина
14.00-24	ПТ-4	186А2	3 695	Днепрошина
12.00 R24	ДП-9	156/153К	1 415	Днепрошина
12.00 R20	D-304, ИД-304	146/143J	914	Днепрошина
12.00 R20	D-304, ИД-304	150/146J	954	Днепрошина
12.00 R20	D-304, ИД-304	154/149J	988	Днепрошина
11.00 R20	И-111А	150/146К	805	Днепрошина
10.00 R20	И-А265-1	146/143К	745	Днепрошина
10.00 R20	И-321	146/143К	745	Днепрошина
12.00 R20	M840	154/150 К	2 889	Bridgestone
295/80 R22.5	M840	152/148 К	2 035	Bridgestone
315/80 R22.5	M840	154/150 К	2 192	Bridgestone
11 R22.5	M857	146/144 L	1 762	Bridgestone
12 R22.5	M857	152/148 L	1 949	Bridgestone
13 R22.5	M857	154/150 К	2 389	Bridgestone
12.00 R20	UT3000	154/150 К	1 641	Firestone
21.00-33	ВФ-166 АМ		5 834	БелАЗ
21.00-35	Бел-51		8 640	БелАЗ
27.00-49		<i>Орієнт. значення</i>	18120	БелАЗ
18.00-25	ВФ-76 БМ		3 893	БелАЗ
26,5-25	Фбел 199		7 128	БелАЗ
17,5-25	Ф-170 нс-20		3 159	БелАЗ
17,5-25	Ф-120 нс-16		2 196	БелАЗ
17,5-25	Ф-120 нс-12		2 052	БелАЗ
29,5/75 P25	БЕЛ -26		4 242	БелАЗ

Примітки: Маркування шини наступне:

295/80 R22.5 152/148 К

де 295 – ширина профілю шини, мм;

80 – висота профілю, вказується як процентне відношення до ширини; якщо висота профілю відсутня, то такі шини називають повнопрофільними, а відношення висоти до ширини складає 80% чи 82%;

R22.5 – радіус шини – діаметр диску на який шину такого розміру потрібно встановлювати. Буква R свідчить про радіальний тип шини;

152/148 – індекс несучої здатності для максимально допустимого навантаження (коефіцієнт навантаження) – одне чи два числа, які вказують допустиме навантаження в кг, яке може витримати одинарна чи здвосна шина при швидкостях, які відповідають належній категорії швидкості

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідє ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019											Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025	
	Екземпляр № 1											Арк 94 / 81	

Розшифровка індексів, які найбільше використовуються, приведена в таблиці індексів навантаження;

K – індекс категорії швидкості – умовне позначення максимально допустимої швидкості, при якій шина може витримати навантаження з відповідним індексом несучої здатності.

Таблиця індексів навантаження

ІНЗ	кг	ІНЗ	кг	ІНЗ	кг	ІНЗ	кг	ІНЗ	кг	ІНЗ	кг	ІНЗ	кг
0	45	40	140	80	450	120	1400	160	4500	200	14000	240	45000
1	46,2	41	145	81	462	121	1450	161	4625	201	14500	241	46250
2	47,5	42	150	82	475	122	1500	162	4750	202	15000	242	47500
3	48,7	43	155	83	487	123	1550	163	4875	203	15500	243	48750
4	50	44	160	84	500	124	1600	164	5000	204	16000	244	50000
5	51,5	45	165	85	515	125	1650	165	5150	205	16500	245	51500
6	53	46	170	86	530	126	1700	166	5300	206	17000	246	53000
7	54,5	47	175	87	545	127	1750	167	5450	207	17500	247	54500
8	56	48	180	88	560	128	1800	168	5600	208	18000	248	56000
9	58	49	185	89	580	129	1850	169	5800	209	18500	249	58000
10	60	50	190	90	600	130	1900	170	6000	210	19000	250	60000
11	61,5	51	195	91	615	131	1950	171	6150	211	19500	251	61500
12	63	52	200	92	630	132	2000	172	6300	212	20000	252	63000
13	65	53	206	93	650	133	2060	173	6500	213	20600	253	65000
14	67	54	212	94	670	134	2120	174	6700	214	21200	254	67000
15	69	55	218	95	690	135	2180	175	6900	215	21800	255	69000
16	71	56	224	96	710	136	2240	176	7100	216	22400	256	71000
17	73	57	230	97	730	137	2300	177	7300	217	23000	257	73000
18	75	58	236	98	750	138	2360	178	7500	218	23600	258	75000
19	77,5	59	243	99	775	139	2430	179	7750	219	24300	259	77500
20	80	60	250	100	800	140	2500	180	8000	220	25000	260	80000
21	82,5	61	257	101	825	141	2575	181	8250	221	25750	261	82500
22	86	62	265	102	850	142	2650	182	8500	222	26500	262	85000
23	87,5	63	272	103	875	143	2725	183	8750	223	27250	263	87500
24	90	64	280	104	900	144	2800	184	9000	224	28000	264	90000
25	92,5	65	290	105	925	145	2900	185	9250	225	29000	265	92500
26	95	66	300	106	950	146	3000	186	9500	226	30000	266	97500
27	97,5	67	307	107	975	147	3075	187	9750	227	30750	267	97500
28	100	68	315	108	1000	148	3150	188	10000	228	31500	268	100000
29	103	69	325	109	1030	149	3250	189	10300	229	32500	269	103000
30	106	70	335	110	1060	150	3350	190	10600	230	33500	270	106000
31	109	71	345	111	1090	151	3450	191	10900	231	34500	271	109000
32	112	72	355	112	1120	152	3550	192	11200	232	35500	272	112000
33	115	73	365	113	1150	153	3650	193	11500	233	36500	273	115000
34	118	74	375	114	1180	154	3750	194	11800	234	37500	274	118000
35	121	75	387	115	1215	155	3875	195	12150	235	38750	275	121000
36	125	76	400	116	1250	156	4000	196	12500	236	40000	276	125000
37	128	77	412	117	1285	157	4125	197	12850	237	41250	277	128500
38	132	78	426	118	1320	158	4250	198	13200	238	42500	278	132000
39	136	79	437	119	1360	159	4375	199	13600	239	43750	279	136000

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 82

ДОДАТОК 7

Норми пробігу шин

Категорія автогосподарств	Норми пробігу шин (тис. км) для автосамоскидів вантажопідйомністю, т		
	до 30	30–79	80 і більше
I категорія – автогосподарства з важкими умовами експлуатації	25	22	20
II категорія – автогосподарства з середніми умовами експлуатації	34	30	27
III категорія – автогосподарства з легкими умовами експлуатації	44	40	35

ДОДАТОК 8

Категорії автогосподарств

Критерій	Категорія автогосподарств		
	I	II	III
Переважаюче дорожнє покриття	Природне на скельній основі	Щебенево-гравійне	Удосконалене асфальто-бетонне
Питома вага забійних і відвальних доріг у маршруті, %	Більше 30	15–30	до 15
Доля ухилів у маршруті, %	Більше 50	25–50	до 25
Коефіцієнт міцності породи, що транспортується, f	Більше 8	4–8	До 4

ДОДАТОК 9

Варіанти до розрахункової роботи №4

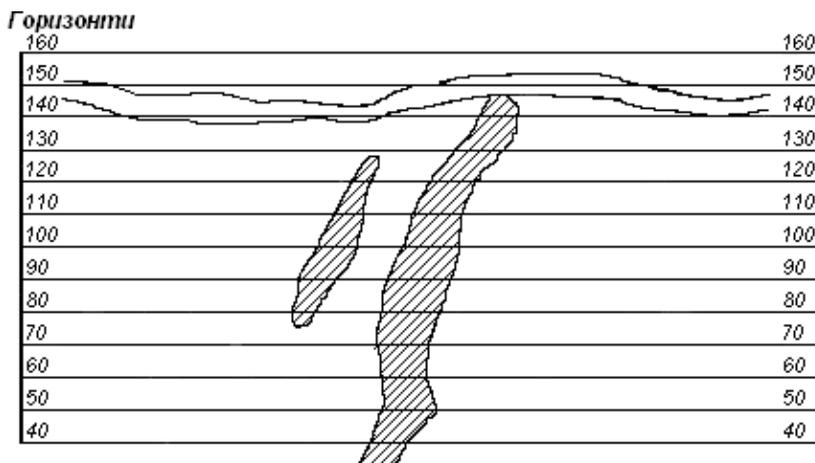
Значення граничного коефіцієнту розкриття вибирається з таблиці за першою літерою прізвища студента

Таблиця 9.1

Перша літера прізвища	Граничний коефіцієнт розкриття
А, Б, В	12,5
Г, Д, Е	13,2
Є, Ж, З	11,3
И, І, Ї, Й	12,2
К, Л, М	13,0
Н, О, П	13,5
Р, С, Т	11,8
У, Ф, Х	12,9
Ц, Ч, Ш	10,5
Щ, Ю, Я	12,0

Варіант поперечного розрізу покладу відповідає останній цифрі студентського квитка студента.

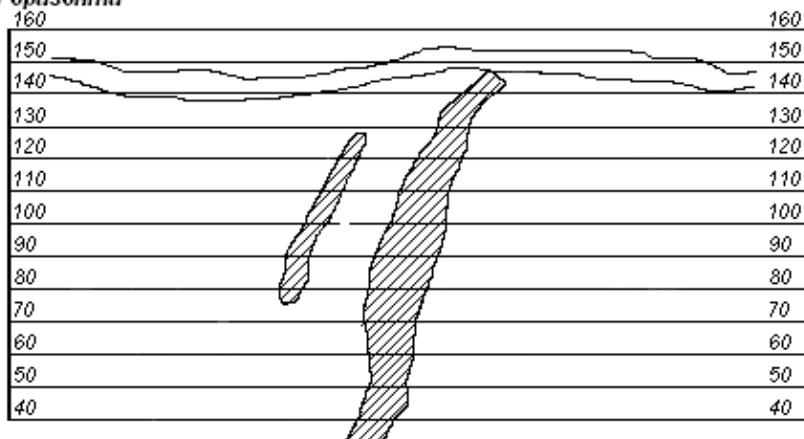
Варіант 1



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 84

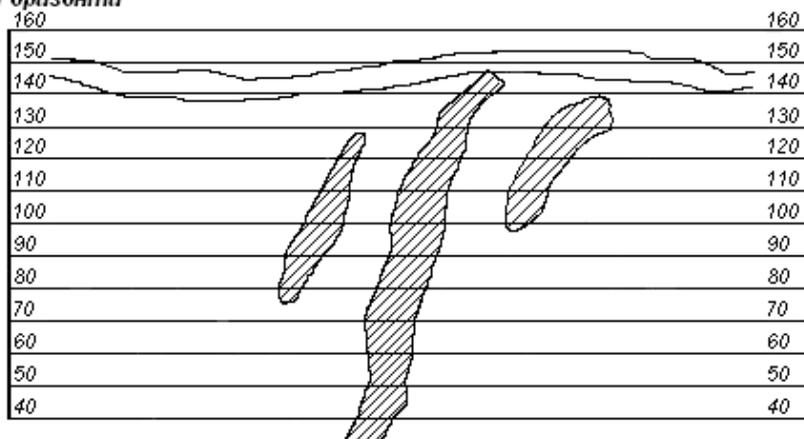
Варіант 2

Горизонти



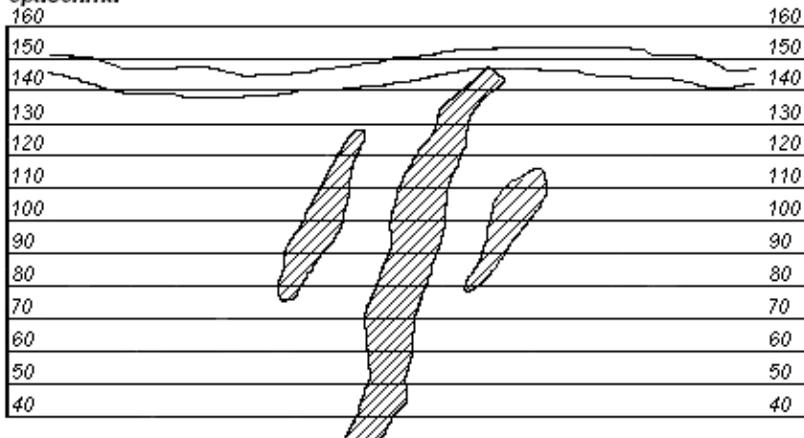
Варіант 3

Горизонти



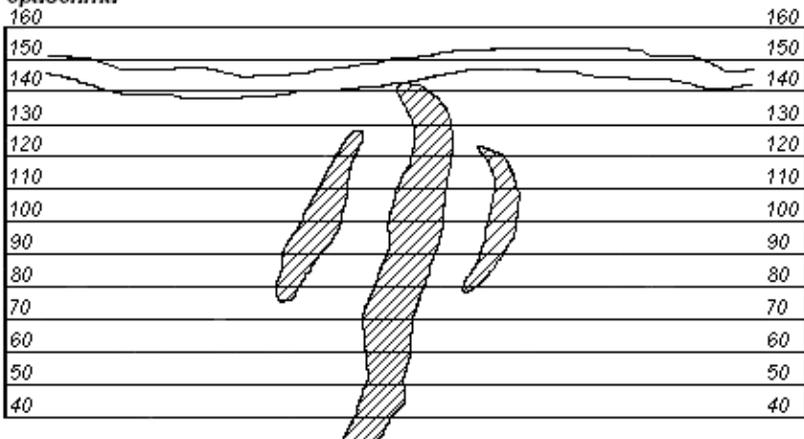
Варіант 4

Горизонти



Варіант 5

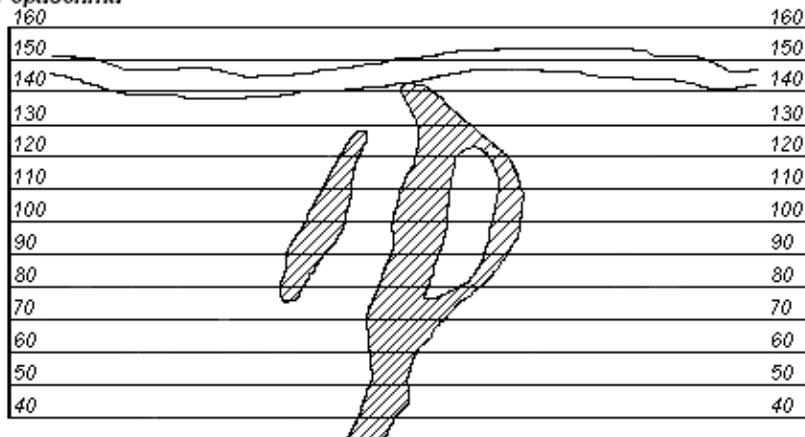
Горизонти



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 94 / 86

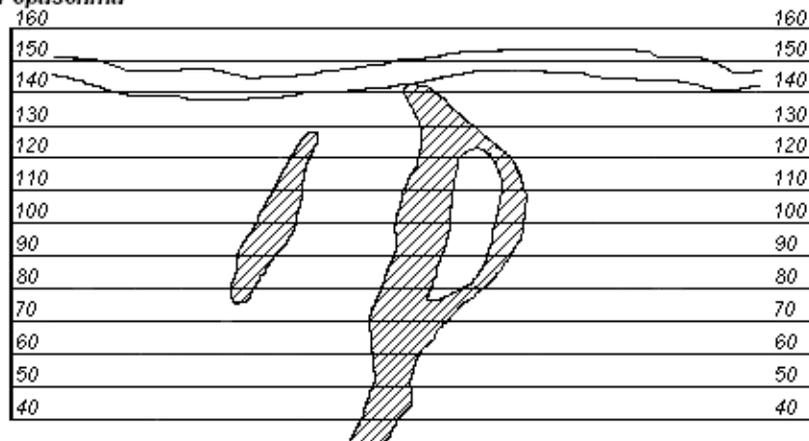
Варіант 6

Горизонти



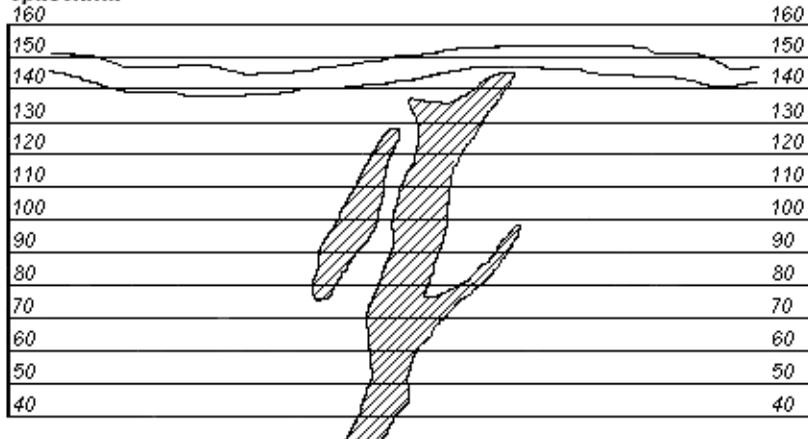
Варіант 7

Горизонти



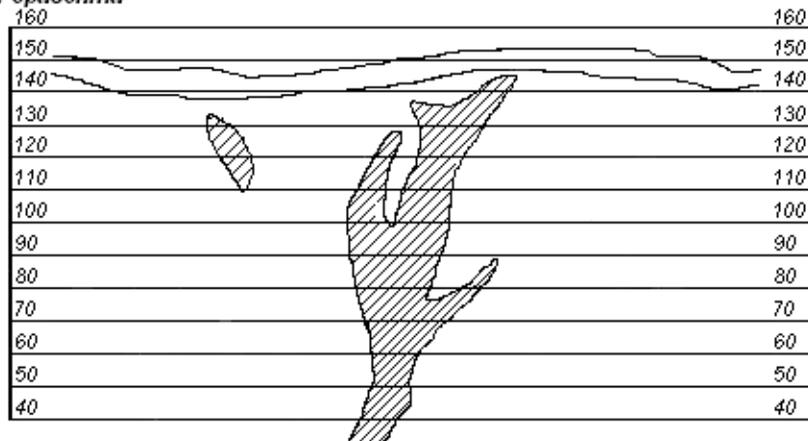
Варіант 8

Горизонти



Варіант 9

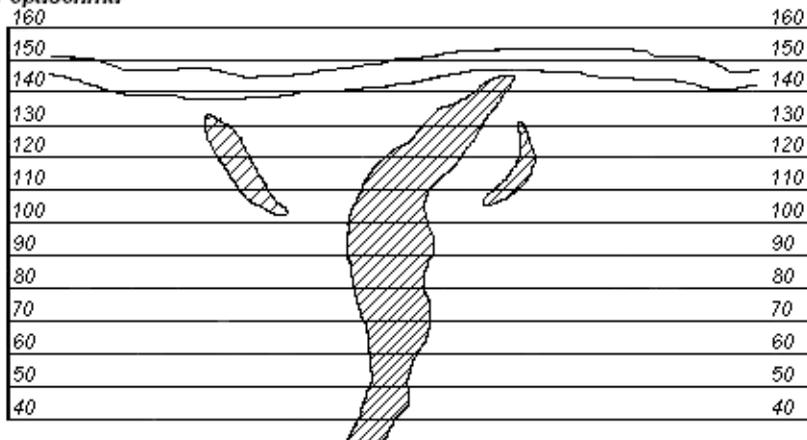
Горизонти



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 88

Варіант 0

Горизонти



Додаток 10

Варіанти вихідних даних

Остання цифра студент. квитка	Номер варіанту плану	Перша літера прізвища	Відстань між лініями етапів, м	Продуктивність підприємства по корисній копалині, млн.т
1	1	А, Б, В	200	1
2	2	Г, Д, Е	150	0,8
3	3	Є, Ж, З	250	1,2
4	4	И, І, Ї, Й	200	1
5	5	К, Л, М	150	0,75
6	1	Н, О, П	250	1,2
7	2	Р, С, Т	200	0,8
8	3	У, Ф, Х	150	0,75
9	4	Ц, Ч, Ш	250	1
0	5	Щ, Ю, Я	200	0,8

Масштаб наведених планів ізопотужностей розкривних порід і корисної копалини М 1:20000.

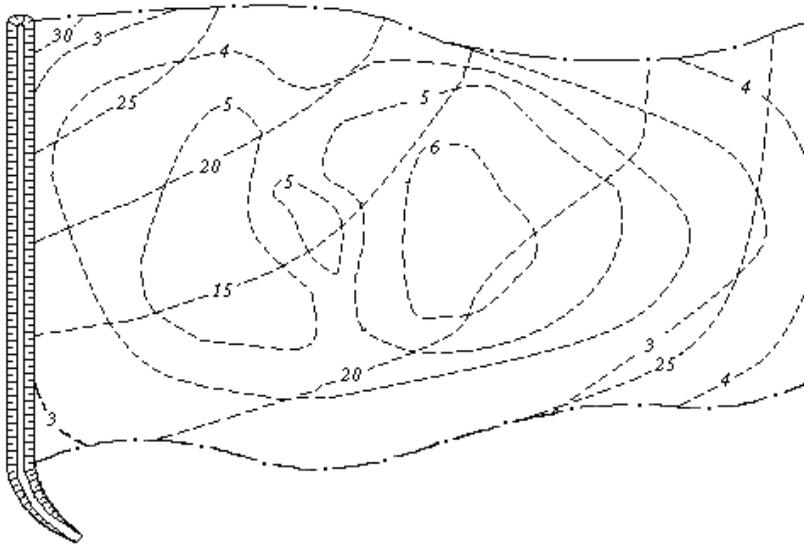
Варіанти планів ізопотужностей

Варіант 1

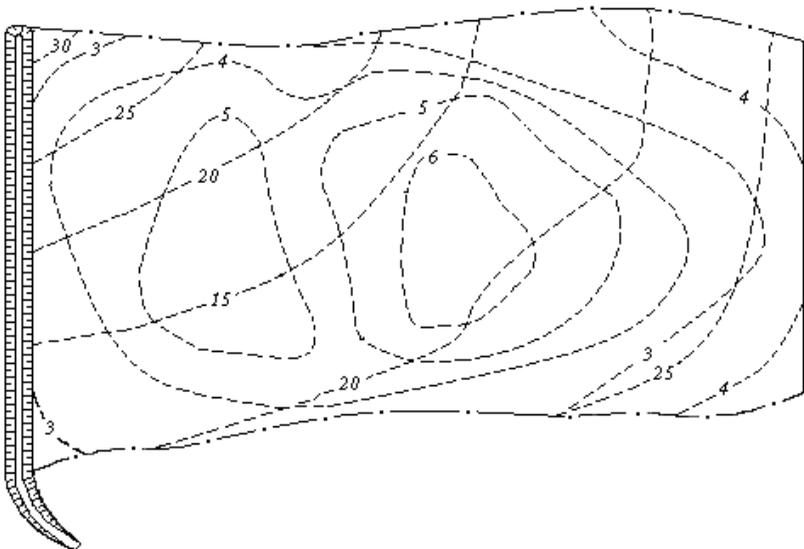


Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 90

Варіант 2

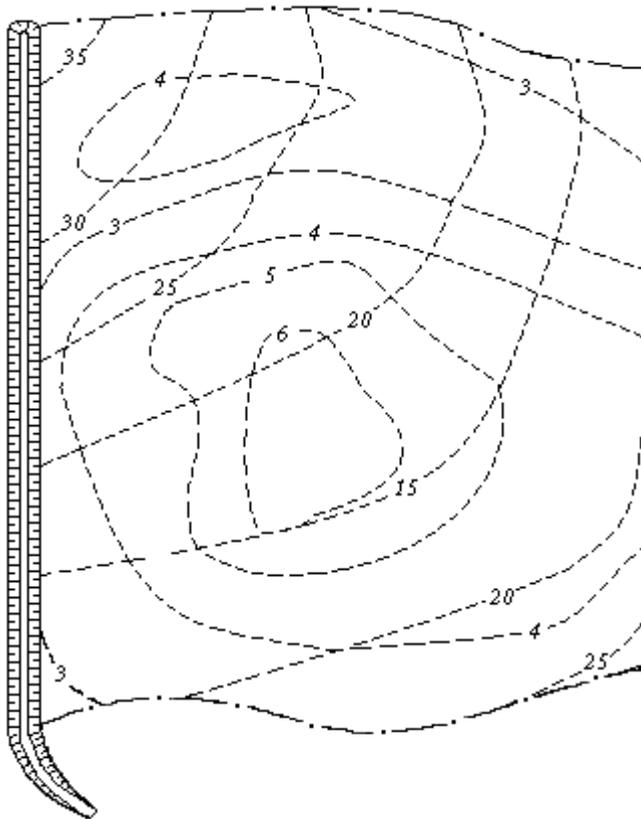


Варіант 3



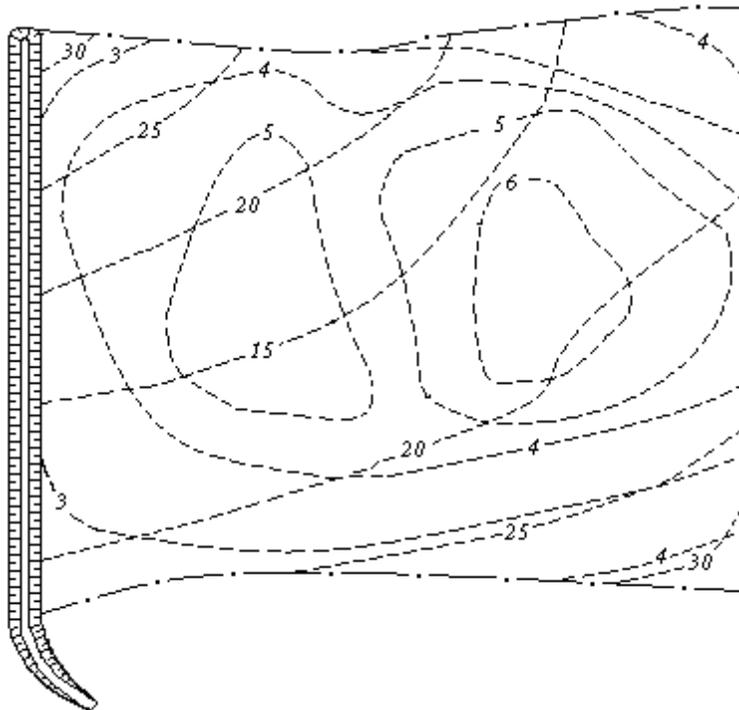
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 94 / 91

Варіант 4



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземляр № 1	Арк 94 / 92

Варіант 5



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ 3/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 93

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	4
2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ ЗАДАЧ ПРОЕКТУ	5
2.1. «Визначення кутів укосу робочого та неробочого бортів».....	5
2.2. «Визначення терміну окупності капітальних вкладень методом варіантів»	16
2.3. «Вибір варіанту транспортування методом варіантів при реконструкції кар'єра».....	28
2.4. «Геометричний аналіз кар'єру за методом проф. В.В. Ржевського для похилих і крутих покладів»	42
2.5. «Геометричний аналіз кар'єру за методом проф. В.В. Ржевського для горизонтальних і пологих покладів»	51
3. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	72
<i>ДОДАТОК 1</i>	73
<i>ДОДАТОК 2</i>	75
<i>ДОДАТОК 3</i>	75
<i>ДОДАТОК 4</i>	76
<i>ДОДАТОК 5</i>	78
<i>ДОДАТОК 6</i>	80
<i>ДОДАТОК 7</i>	82
<i>ДОДАТОК 8</i>	82
<i>Додаток 10</i>	89

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23.06-05.02/ З/184.00.1/ Б/ОК23-2025
	Екземпляр № 1	Арк 94 / 94

ІСЬКОВ Сергій Станіславович

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання курсового проекту
з навчальної дисципліни

«ПРОЕКТУВАННЯ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 184 «Гірництво»
(G16 «Гірництво та нафтогазові технології»)
освітньо-професійна програма «Гірництво»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра маркшейдерії

Рецензенти: Котенко В.В.
Шлапак В.О.

Електронне видання. Формат 30×42 / 4. Гарнітура Times New Roman.
Умов. друк. акр. 5,41. Обл. вид. арк. 5,81.

Державний університет «Житомирська політехніка»
10005, Житомир, вул. Чуднівська, 103
<https://ztu.edu.ua>