

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК1.3- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
гірничої справи, природокористування
та будівництва

30 серпня 2023 р., протокол № 07

Голова Вченої ради

Володимир КОТЕНКО



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МЕХАНІКА ГІРСЬКИХ ПОРІД»

для студентів освітнього рівня «бакалавр»

спеціальності 184 «Гірництво»


освітньо-професійна програма «Гірництво»

факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

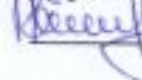
Схвалено на засіданні кафедри
гірничих технологій та будівництва
ім. проф. Бакка М.Т.

29 серпня 2023 р., протокол № 09

Завідувач кафедри

 Сергій БАШИНСЬКИЙ

Гарант освітньо-професійної програми

 Володимир КОТЕНКО

Розробники: асистент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф.
Бакка М.Т. ПІСКУН Ігор

Житомир
2023 – 2024 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК1.3- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 2

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 3	Галузь знань 18 «Виробництво та технології»	Вибіркова (нормативна, за вибором)	
Модулів – 2	Спеціальність 184 «Гірництво»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3-й	3-й
Загальна кількість годин - 90		Семестр	
		2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи – 1,6	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		32 год.	8 год.
		Практичні	
		32 год.	8 год.
		Лабораторні	
		- год.	- год.
		Самостійна робота	
26 год.	74 год.		
		Вид контролю: залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 71,1 % аудиторних занять, 28,9 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 17,8 % аудиторних занять, 82,2 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК1.3- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 3

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів знань про основні гіпотези та закономірності геомеханіки. Задачі дисципліни – навчити студентів експериментально визначати механічні властивості гірничих порід, моделювати та прогнозувати геомеханічні процеси в породних масивах.

Завдання вивчення навчальної дисципліни. Здобуті знання повинні використовуватися при вивченні інших спеціальних дисциплін, а також при проектуванні гірничих робіт на рівні курсового та дипломного проектування. Вміння та навички визначати механічні властивості гірських порід, моделювати та прогнозувати геомеханічні процеси повинні використовуватися у майбутній інженерній та науковій діяльності.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 184 «Гірництво».

Загальні компетентності:

ЗК4. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК5. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК6. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Фахові компетентності:

ФК3. Здатність використовувати теорії, принципи, методи і поняття фундаментальних і загальноінженерних наук для професійної підготовки та діяльності за фахом.

ФК8. Здатність аналізувати режими експлуатації об'єктів гірництва та виконувати оптимізацію їх функціонування.

ФК9. Здатність оцінювати стан і технічну готовність устаткування ланок гірничих підприємств за критеріями забезпечення заданої продуктивності та безпеки експлуатації.

ФК11. Здатність забезпечувати протиаварійний захист ланок гірничих підприємств та екологічну безпеку проведення гірничих та інших робіт.

ФК14. Здатність обирати і розраховувати раціональні схеми переробки та збагачення корисних копалин.

Програмні результати навчання:

ПРН7. Знати геологічні процеси та базові закономірності формування гірських порід.

ПРН14. Аналізувати режими експлуатації об'єктів та устаткування гірництва та виконувати оптимізацію їх функціонування.

ПРН17. Застосовувати спеціалізовані пакети прикладних програм під час проектних та експлуатаційних розрахунків параметрів технологічних процесів гірничих підприємств.

ПРН20. астосовувати математичні моделі для визначення технологічних параметрів і показників гірничих підприємств.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК1.3- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 4

ПРН21. Визначати ефективність використання систем і технологій гірництва за функціональними, технологічними, економічними, антропологічними критеріями.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Деформування та руйнування гірських порід. Деформаційні та міцнісні властивості

Основні поняття та визначення. Загальні відомості про класифікацію гірських порід, що застосовуються у геомеханіці. Особливості мінеральної будови. Внутрішнє поле напруг. Повні діаграми деформування та загальні відомості про механізм деформування та руйнування гірських порід.

Властивості гірської породи та зразка гірської породи. Модуль пружності. Модуль деформації при одновісному стиску та розтягу. Модуль деформації на надграничній стадії деформування. Коефіцієнт Пуассона та коефіцієнт поперечних деформацій. Залишкова міцність. Здатність до крихкого руйнування. Вплив температури, газу, води.

Тема 2. Реологічні властивості. Деформування та руйнування порід при об'ємному навантаженні

Явище повзучості та релаксації напруг. Статичний та динамічний модулі деформації. Травила міцність. Особливості тривалого деформування за межею міцності.

Особливості об'ємного навантаження гірських порід в масиві та відповідні способи досліджень. Повні діаграми деформації при об'ємному навантаженні.

Загальні відомості про теорії міцності гірських порід. Паспорт міцності гірських порід.

Тема 3. Механічні властивості пісчано-глинистих гірських порід

Загальна класифікація. Водонасичені породи та плавуні. Вічномерзлі та штучно заморожені породи.

Тема 4. Природні та техногенні структурно-механічні особливості масиву горських порід

Загальна класифікація структурних елементів масиву. Неоднорідність та анізотропія, природна та штучна. Тріщинуватість та її кількісна характеристики. Шаруватість.

Масштабний ефект у породному масиві. Механічні властивості породного масиву та зразка породного масиву. Деформування тріщинуватих масивів. Деформування масивів, що піддаються технологічному впливу. Міцність масивів по структурним послабленням, міцнісна анізотропія. Коефіцієнт

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК1.3- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 5

структурного послаблення масиву. Міцність масивів, що піддаються технологічному впливу.

Масштабний ефект пісчано-глинистих гірських порід. Деформування та міцність масивів. Вплив води.

Фактори, що визначають початковий напружений стан масивів, гравітаційна складова нормальних напруг по горизонтальним ділянкам. Коефіцієнт бокового розпору у породних масивах різноманітної будови. Тектонічна складова початкових напруг. Особливості початкового напруженого стану пісчано-глинистих масивів.

Тема 5. Геомеханічні процеси навколо виробок і підземних споруд

Загальні відомості про напружено-деформований стан і руйнування породних масивів навколо виробок. Вплив форми поперечного перерізу і глибини закладення, механічних властивостей і початкового напруженого стану породних масивів. Особливості механічного стану навколишніх породних масивів навколо протяжних капітальних виробок і підземних споруд, навколо камер і підземних ємностей.

Тема 6. Геомеханічні процеси під впливом гірничих робіт

Загальні відомості про напружено-деформований стан і руйнування породних масивів навколо підготовчих і очисних виробок. Особливості механічного стану покрівлі камер і міжкамерних ціликів, покрівлі і підосви очисних виробок при розробці одиночних і свити пластів системами з короткими і довгими вибоями. Геомеханічні процеси зрушення породних масивів і земної поверхні під впливом гірничих робіт. Динамічні прояви геомеханічних процесів у вигляді гірських ударів та раптових викидів породи, вугілля і газу.

Тема 7. Моделювання геомеханічних процесів

Фізичне та математичне моделювання. Методи механіки деформованого твердого тіла. Напружений і деформований стан. Фундаментальні рівняння.

Фізичні рівняння і геомеханічні моделі. Аналітичні і чисельні методи моделювання.

Тема 8. Контроль механічного стану масиву при підземних гірничих і гірничо-будівельних роботах

Контроль напруженого стану, деформованого стану та руйнування породного масиву. Контроль взаємодії породного масиву з підземними конструкціями.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК1.3- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 6

Змістовий модуль 2.

Тема 9. Фактори, що визначають стан бортових і відвальних масивів на кар'єрах

Природно-геологічні, гідрогеологічні та інженерно-геологічні чинники.

Вплив технології відкритих гірничих робіт на стан бортів кар'єрів і відвальних масивів. Види порушень стійкості бортів і відвалів. Інженерно-геологічне районування кар'єрного поля з урахуванням структурно-механічних особливостей масиву гірських порід.

Тема 10. Загальні питання оцінки стійкості відкосів на кар'єрах

Механіко-математичні основи розрахунків стійкості відкосів. Методи граничного напруженого стану. Диференціальні рівняння плоскої рівноваги сипучого середовища. Інженерні методи розрахунку стійкості відкосів. Методи, що враховують просторове положення поверхонь послаблення у відкосах.

Розрахунок стійкості обводнених відкосів. Розрахунки стійкості параметрів уступів з урахуванням статичних і динамічних навантажень. Обґрунтування величини коефіцієнта запасу стійкості.

Тема 11. Прогноз стану масиву в бортах кар'єрів

Вихідні геомеханічні параметри для оцінки стану бортового масиву.

Геомеханічні процеси депресійного ущільнення, зниження міцності та розвитку зсувних деформацій порід в бортах кар'єрів. Визначення положення поверхні ковзання при оцінці місцевої та загальної стійкості бортів кар'єрів. Схеми розрахунку стійкості бортів кар'єрів у різних геологічних умовах. Рациональні профілі бортів кар'єрів.

Тема 12. Оцінка стійкості і деформованості техногенних насипних та наливних масивів (відвальних насипів, гідровідвалів, хвосто- і шламосховищ)

Вихідні геомеханічні параметри для оцінки стану відвальних масивів, складених піщано-глинистими і твердими породами з порушеною структурою.

Геомеханічні процеси у відвальних масивах та їх основах. Закономірності розвитку зсувних деформацій та ущільнення відвальних масивів. Побудова кривої ковзання при оцінці стійкості відвалів. Визначення несучої здатності відвальних масивів і основ. Розрахунки стійкості відвалів на міцних і слабких підставах при різних кутах нахилу основи.

Тема 13. Геомеханічне обґрунтування технологічних і спеціальних заходів по спрямованій зміні стану масиву в бортах кар'єрів

Заходи щодо запобігання зсувних деформацій бортів кар'єрів. Керування станом бортів кар'єрів на основі регулювання режиму дренажних робіт.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК1.3- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 7

Механічне зміцнення неробочих бортів в піщано-глинистих і твердих породах. Геомеханічне обґрунтування темпів формування бортів кар'єрів. Управління станом бортових масивів при гідромеханізації відкритих розробок.

Тема 14. Геомеханічне обґрунтування забезпечення безпечного формування відвальних насипів і їх рекультивації

Заходи щодо запобігання порушень стійкості відвальних відкосів. Вимоги до інженерної підготовки територій зовнішніх відвалів. Специфіка протизсувних заходів при формуванні внутрішніх і зовнішніх відвалів. Відвалоутворення в умовах обмежених зсувних деформацій. Геомеханічне обґрунтування конструкції укисних споруд та темпів формування відвалів. Геомеханічні особливості формування сховищ міських відходів і агломерацій.

Тема 15. Геомеханічне обґрунтування безпечного формування наливних масивів, їх консервації та рекультивації

Вплив конструкції огорожувальних дамб на стан привідкосної зони наливного масиву. Типи дренажів упорних призм і порівняльна оцінка їх ефективності. Формування дренажних елементів у внутрішніх зонах гідровідвалів. Геомеханічне обґрунтування конструкції і режиму впливу дренажних елементів. Прискорення водообігу за рахунок форсування консолідації наливних масивів. Забезпечення достатньої несучої здатності наливних масивів за рахунок створення системи дренажних елементів.

Геомеханічне обґрунтування технології підготовки наливних територій для подальшого використання в народному господарстві. Регламентування поетапної рекультивації наливних територій, з урахуванням осадів техногенного масиву і його несучої здатності. Визначення параметрів і режиму формування сухих відвалів, які розміщуються на наливних основах.

Тема 16. Геомеханічний контроль стану бортових і відвальних масивів

Методи, засоби та схеми отримання натурної інформації про механічні властивості, гідродинамічні параметри, деформації і несучу здатність бортових і відвальних масивів. Оперативне визначення коефіцієнта запасу стійкості укисних споруд за допомогою мобільного та стаціонарного контролю.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК1.3- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 8

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	практичні	сам. роб.	усього	лекції	практичні	сам. роб.
Змістовий модуль 1								
Тема 1. Деформування та руйнування гірських порід. Деформаційні та міцнісні властивості	6	2	2	2	6	2	2	2
Тема 2. Реологічні властивості. Деформування та руйнування порід при об'ємному навантаженні	6	2	2	2	6	-	-	6
Тема 3. Механічні властивості пісчано-глинистих гірських порід	6	2	2	2	4	-	-	4
Тема 4. Природні та техногенні структурно-механічні особливості масиву горських порід	6	2	2	2	4	-	-	4
Тема 5. Геомеханічні процеси навколо виробок і підземних споруд	6	2	2	2	8	2	2	4
Тема 6. Геомеханічні процеси під впливом гірничих робіт	6	2	2	2	6	-	-	6
Тема 7. Моделювання геомеханічних процесів	6	2	2	2	6	-	-	6
Тема 8. Контроль механічного стану масиву при підземних гірничих і гірничо-будівельних роботах	6	2	2	2	4	-	-	4
Разом за змістовий модуль 1	48	16	16	16	44	4	4	36
Змістовий модуль 2								
Тема 9. Фактори, що визначають стан бортових і відвальних масивів на кар'єрах	6	2	2	2	6	-	-	6
Тема 10. Загальні питання оцінки стійкості відкосів на кар'єрах	6	2	2	2	6	-	-	6
Тема 11. Прогноз стану масиву в бортах кар'єрів	4	2	2	-	8	2	2	4
Тема 12. Оцінка стійкості і деформованості техногенних насипних та наливних масивів	4	2	2	-	6	-	-	6
Тема 13. Геомеханічне обґрунтування технологічних і спеціальних заходів по спрямованій зміні стану масиву в бортах кар'єрів	6	2	2	2	6	2	2	2
Тема 14. Геомеханічне обґрунтування забезпечення безпечного формування відвальних насипів і їх рекультивації	6	2	2	2	4	-	-	4
Тема 15. Геомеханічне обґрунтування безпечного формування наливних масивів, їх консервації та рекультивації	4	2	2	0	6	-	-	6
Тема 16. Геомеханічний контроль стану бортових і відвальних масивів	6	2	2	2	4	-	-	4
Разом за змістовий модуль 2	42	16	16	10	46	4	4	38
ВСЬОГО	90	32	32	26	90	8	8	74

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК1.3- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 9

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Апроксимація повних діаграм деформування і розрахунок основних параметрів механічних властивостей гірських	2	-
2	Аналіз паспорту міцності гірських порід	2	2
3	Аналіз реологічних процесів та визначення параметрів повзучості і релаксації напружень в гірських породах	2	-
4	Визначення параметрів об'ємного напруженого стану та міцності гірських порід у масиві	2	2
5	Визначення параметрів деформованості тріщинуватих порідних масивів	2	-
6	Аналіз тензора деформацій у різних системах координат і за наявності елементів симетрії	2	-
7	Визначення деформацій по довільним напрямкам	2	-
8	Аналіз деформацій у площині	2	-
9	Визначення характеристик опору зрушенню за матеріалами зйомок зсувів (зворотні зсувні розрахунки)	2	-
10	Розрахунок стійкості укосів інженерними методами	2	-
11	Розрахунок стійкості обводнених укосів	2	-
12	Прогноз депресійного ущільнення порід бортових масивів в наслідок глибокого пониження	2	2
13	Визначення допустимих зовнішніх навантажень	2	2
14	Прогноз ущільнення природних і техногенних основ	2	-
15	Визначення критичних зсувних деформацій у бортових і відвальних масивах	2	-
16	Вивчення апаратури і методів оперативного геомеханічного контролю на кар'єрах, відвалах та наливних спорудах	2	-
РАЗОМ		32	8

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК1.3- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 10

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми і перелік додаткових питань для самостійного опрацювання	Кількість годин
1	Побудова повних діаграм деформування гірських порід при одноосьовому стиску в режимі заданих деформацій	2
2	Визначення деформаційних властивостей гірських порід	2
3	Визначення міцнісних властивостей і побудова паспорта міцності гірських порід	1
4	Визначення критичного значення коефіцієнта	2
5	Визначення компресійних і міцнісних властивостей	2
6	Побудова повних діаграм деформування гірських порід	2
7	Визначення деформаційних властивостей гірських порід акустичним методом	1
8	Визначення деформацій по довільним напрямками	2
9	Аналіз деформацій у площині	2
10	Визначення характеристик опору зрушенню за матеріалами зйомок зсувів (зворотні зсувні розрахунки)	2
11	Розрахунок стійкості укосів інженерними методами	2
12	Розрахунок стійкості обводнених укосів	2
13	Прогноз депресійного ущільнення порід бортових масивів в наслідок глибокого пониження	2
14	Прогноз ущільнення природних і техногенних основ	2
Разом		26

7. Індивідуальні завдання

Підготовка доповідей, презентацій, або рефератів в яких наведено відомості стосовно актуальних питань механіки гірських порід, питання розрахунку та моделювання стійкості масивів.

8. Методи навчання

Під час проведення лекційних занять використовуються методи наукового пошуку і логіки, побудови наукового дослідження. При проведенні практичних робіт поєднуються як словесні методи навчання (пояснення, розповідь), так і наочні (ілюстрування та демонстрування) та практичні (вправи, розбір та обговорення типових питань, виконання розрахункових робіт та задач) методи.

9. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється шляхом проведення двох модулів у формі контрольної модульної роботи. Контроль самостійної роботи, модульний контроль, контроль виконання індивідуальних завдань, підсумковий контроль у вигляді іспиту.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК1.3- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 11

10. Розподіл балів

Поточне тестування та самостійна робота																Сума
Змістовий модуль 1								Змістовий модуль 2								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	100
5	5	5	7	7	8	6	7	5	5	8	7	7	7	6	5	

Шкала оцінювання

За шкалою	Екзамен	Залік	Бали
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре	Зараховано	82-89
C			74-81
D	Задовільно	Зараховано	64-73
E			60-63
FX	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F		Не зараховано	0-34

11. Рекомендована література

Основна література

1. Шашенко О.М. Механіка гірських порід / О.М. Шашенко // Навч. Посібник. Дніпропетровськ: Національна гірнича академія України, 2002. 302 с.

Допоміжна література

2. Інженерна Бондаренко В.І., Медяник В.Ю., Руденко М.К. Вугільна шахта: підручник для ВУЗів Дніпро: РВК НТУ «ДП», 2020. – 360 с.

3. Фізико-хімічна геотехнологія [Текст]: навч. посібник / М.М. Табаченко, О.Б. Владико, О.Є. Хоменко, Д.В. Мальцев – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 310 с.

4. Фізика нафтового і газового пласта: підручник / І.М. Купер, А.В. Угриновський. – Івано-Франківськ. нац. техн. ун-т нафти і газу. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018. 447 с.

5. Білецький В.С., Олійник Т.А., Смирнов В.О., Скляр Л.В. Техніка та технологія збагачення корисних копалин. Частина І. Підготовчі процеси Навчальний посібник. — Кривий Ріг : ФОП Чернявський Д. О., 2019. — 199 с. — ISBN 978-617-7553-73-0

6. Білецький В.С., Олійник Т.А., Смирнов В.О., Скляр Л.В. Техніка та технологія збагачення корисних копалин. Частина ІІ. Основні процеси

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.05- 05.01/184.00.1/Б/ВК1.3- 2023
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 12 / 12</i>

Навчальний посібник. — Кривий Ріг : ФОП Чернявський Д. О., 2019. — 211 с. — ISBN 978-617-7553-80-8.

7. Кравець В.Г., Білецький В.С., Смирнов В.О. Техніка і технологія збагачення корисних копалин Навчальний посібник. — Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (КПІ ім. Ігоря Сікорського), 2019. — 286 с.