


**РОЗРОБКА РОДОВИЩ У СКЛАДНИХ
ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ:
методичні рекомендації
до виконання індивідуальних
розрахунково-графічних завдань**

**Побудова гіпсометричного плану покрівлі
вугільного пласта за даними
розвідувального буріння свердловин**

Запоріжжя 2026



УДК 622.2:622.83(072)
Р64

Рекомендовано Науково-методичною радою
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 7 від 04.06.2026 р)

Укладач:

Козій Є.С. канд. геол. наук

Рецензент:

Фесенко Е.В., канд. техн. наук, доцент

Р64 Розробка родовищ у складних гірничо-геологічних умовах : методичні рекомендації до виконання індивідуальних розрахунково-графічних завдань / уклад.: Є. С. Козій. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2026. 16 с.

У методичних рекомендаціях наведено пояснення та поради щодо порядку виконання індивідуальних розрахунково-графічних завдань №1 та №2, вимоги до оформлення, критерії оцінювання, перелік рекомендованої літератури.

УДК 622.2:622.83(072)

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2026

ВСТУП

У поданих розрахунково-графічних індивідуальних завданнях наведено теоретичні основи та покроковий алгоритм побудови гіпсометричного плану покрівлі вугільного пласта за даними розвідувального буріння. Робота спрямована на опанування методів геометризації надр, зокрема методу геологічних розрізів, для візуалізації підземного рельєфу опорних горизонтів.

У даних рекомендаціях подано короткі теоретичні відомості, детальний алгоритм виконання щодо складання гіпсометричного плану. Самостійне виконання роботи передбачає як аналітичні розрахунки, так і графічні побудови на папері формату А4.

Студент самостійно розрахує індивідуальні вихідні дані відповідно до його позиції в списку академічної групи, складає гіпсометричний план. Для цього використовуються дані з індивідуального завдання №1, а саме проєкції ізогіпс на денну поверхню на розрізах. Практичні роботи виконуються кожним студентом самостійно.

Перед виконанням практичного завдання здобувачу необхідно повторити відповідні розділи теоретичного курсу згідно з лекційними записами та навчальною літературою. Основні теоретичні відомості стануть при цьому в нагоді.

Належним чином оформлений та завантажений в Moodle у відповідному місці звіт є документом, що підтверджує виконання студентом практичної роботи.

Зміст звіту з практичної роботи:

- титульний аркуш, оформлений у відповідності до додатку А;
- завдання на практичну роботу;
- вихідні дані за варіантом;
- геологічні розрізи по профілях I-V з відображенням лінії покрівлі пласта та точок перетину з ізогіпсами;
- гіпсометричний план покрівлі вугільного пласта;
- схеми та графіки, побудову яких вимагають умови завдання;
- висновки.

Перед початком роботи здобувачу необхідно опрацювати розділи щодо фізичного сенсу ізогіпс та їхнього зв'язку з елементами залягання (кутом та напрямом падіння). Належним чином оформлений звіт завантажується в систему Moodle для підтвердження виконання роботи.

За 20 хвилин до закінчення заняття здобувач(ка) має представити викладачу результати практичної роботи, за необхідності внести виправлення та отримати бали за роботу. Оцінка за роботу на практичному занятті оголошується наприкінці заняття і може бути оскаржена відразу ж. Критерії оцінювання роботи на практичному занятті доводяться до відома здобувачів викладачем на першому практичному занятті.



Основні термінологічні визначення

(Згідно Малої гірничої енциклопедії, за редакцією В.С.Білецького)

ГІПСОМЕТРИЯ (hypsometry) - метод відображення на географічних картах рельєфу земної поверхні та залягання поверхні контакту покладу з вмісними породами за допомогою горизонталей або ізогіпс [1].


ГІПСОМЕТРИЧНИЙ ПЛАН ПОКЛАДУ (hypsometric plan of a deposit) - план поверхні контакту покладу з вмісними породами в ізолініях (ізогіпсах), побудованими за результатами детальної розвідки. Є важливим документом при плануванні розвитку гірничих робіт на наступний період. Він дає повне уявлення про розміри, форму та положення покладу в надрах, є основним елементом графічної моделі покладу, яку складають при геометризації родовища корисної копалини [1].

ГІПСОМЕТРИЧНІ КАРТИ (hypsometric maps) - карти, що дають геометрично точне зображення рельєфу за допомогою горизонталей та забарвлення висотних ступенів за певною шкалою кольорів [1].

ГЕОЛОГІЧНИЙ РОЗРІЗ / ГЕОЛОГІЧНИЙ ПРОФІЛЬ (geological section, geologic profile) - графічне зображення вертикального профілю геологічної будови певної місцевості, на якому показано вік, склад і потужність гірських порід [1].

СВЕРДЛОВИНА, (hole, bore, borehole, well) - глибокий, вузький круглого перерізу отвір у ґрунті, зроблений буровим інструментом. Початок свердловини на поверхні називають *гурлом*, а дно - *вибоєм*. Гірнична виробка утворює стовбур свердловини, бокова поверхня якої назив. стінкою свердловини. Розрізняють дослідницькі, експлуатаційні, гірничотехнічні та будівельні свердловини. Крім того, є вентиляційні та дегазаційні свердловини. Свердловина - основна гірнична виробка, яка застосовується для розвідки та експлуатації рідких та газоподібних корисних копалин. Як правило, глибина свердловина більша 5 м, а діаметр більше 25 см (від 25 см до 3 м).

За призначенням свердловини класифікують на: опорні - бурять з метою вивчення геологічної будови й гідрогеологічних умов залягання осадових порід та встановлення можливостей знаходження в них родовищ нафти, газу й газоконденсату; параметричні свердловини - призначені для більш детального вивчення геологічної будови розрізу й виявлення перспективних площ; структурні свердловини - бурять із метою детального вивчення структур, виявлених при бурінні опорних і параметричних свердловин, а також для підготовки проекту пошуково-розвідувального буріння цих структур; пошукові свердловини - бурять на




підготовлених попереднім бурінням площах з метою відкриття нових родовищ нафти і газу, або на раніше відкритих родовищах для пошуку нових покладів нафти й газу; розвідувальні свердловини - призначені для виявлення продуктивних об'єктів, а також оконтурювання родовища, збору інформації з метою складання проекту і його розробки; експлуатаційні свердловини - споруджують на повністю підготовленому до розробки родовищі; до них належать видобувні, нагнітальні, оціночні й спостережні свердловини (нагнітальні призначені для організації законтурного й внутрішньоконтурного нагнітання в пласт води, газу або повітря для підтримки пластового тиску; оціночні призначені для уточнення режиму роботи пласта; спостережні - для контролю за режимом розробки родовища); спеціальні свердловини - бурять для поховання промислових відходів, ліквідації відкритих фонтанів нафти і газу, підготовки структур для підземних сховищ газу, дегазації, вентиляції тощо.

Цикл спорудження свердловини включає: підготовчі роботи (підготовку майданчика для буріння, прокладення під'їзних доріг, проведення водоводу, електромережі, телефонізацію тощо), монтаж бурового обладнання й наземних споруд, підготовчі роботи до власне буріння свердловини (визначення напрямку, оснащення талевої системи, перевірка й випробування бурового обладнання, приготування бурового розчину і т. ін.), буріння свердловини, кріплення її стінок та розмежування пластів, випробування продуктивних горизонтів, освоєння свердловини й здачу її в експлуатацію, демонтаж бурового устаткування. Тривалість експлуатації (використання) свердловин характеризується коефіцієнтом експлуатації свердловин і міжремонтним періодом. На території України найбільша кількість свердловин пробурена в гірничорудних районах Кривбасу, Донбасу, Карпат, у Дніпровсько-Донецькій западині. Так, у Криворізькому залізорудному басейні пробурено понад 500 свердловин, які досягли глибини 1500 м, і 128 свердловин, які перетнули цей горизонт. Ряд свердловин в Україні входять до розряду глибоких та надглибоких [1].

ПОКРІВЛЯ ПЛАСТА (seam roof, top of a bed, cap, roof, hanging wall, upper face of a stratum) - 1) Стратиграфічно верхня поверхня, що обмежує шар (пласт). 2) Гірські породи, що залягають безпосередньо над пластом (жилою, покладом) корисної копалини. За здатністю відшаровуватися при веденні гірничих робіт виділяють покрівлю безпосередню і покрівлю основну; крім цього, розрізняють несправжню (фальшиву) покрівлю пласта. На крутих пластах (жилах, покладах) покрівля пласта називається висячим боком [1].

ПОКРІВЛЯ БЕЗПОСЕРЕДНЯ (immediate roof, immediate hanging wall) - товща порід, що залягають безпосередньо над пластом (покладом, жилюю) корисної копалини або над покрівлею фальшивою. Покрівля безпосередня вугільних пластів найчастіше представлена піщано-



глинистими та глинистими сланцями. Вона легко обвалюється при вийманні вугілля слідом за посуванням очисного вибою після вилучення або пересування кріплення очисної виробки [1].

ПОКРІВЛЯ ОСНОВНА (main roof, main hanging wall) - товща міцних, стійких порід, що знаходиться над пластом, жилою або покладом корисної копалини та обвалюється при вийманні корисної копалини на значній площі. Покрівля основна вугільних пластів, як правило, представлена піщаниками, вапняками, рідше - міцними глинистими сланцями [1].

ПОКРІВЛЯ ФАЛЬШИВА (НЕСПРАВЖНЯ) (false roof) - шар або декілька шарів слабких порід покрівлі невеликої потужності (до 0,5-0,6 м), що залягають безпосередньо над пластом (жилою, покладом) і обвалюються водночас з вийманням корисної копалини або з невеликим відставанням від неї [1].

АБСОЛЮТНА ВИСОТА / АЛЬТИТУДА (absolute altitude, true altitude) - відстань по вертикалі від будь-якої точки поверхні Землі до середнього рівня поверхні океану. В Україні відраховується за Балтійською системою від Кронштадтського футштока. Абсолютна висота точки на поверхні Землі або в шахті одержують за допомогою нівелювання (геометричного, тригонометричного, барометричного), спеціальних вимірювань з використанням супутникових навігаційних систем (GPS), висотної з'єднувальної зйомки та ін. Абсолютна висота виражена числом, називається абсолютною відміткою. Рівневі поверхні, проведені на різних висотах, не паралельні між собою; в залежності від способу обчислення непаралельності при визначенні висоти точки розрізняють абсолютні висоти: ортометричні, нормальні і наближені, а також динамічні, що визначаються при вирішенні спеціальних задач [1].

Основні теоретичні відомості

Для візуалізації особливостей залягання пластових покладів та інших тіл корисних копалин у геології та гірничій справі широко використовуються структурні карти. Вони відображають підземний «рельєф» певної поверхні, наприклад, покрівлі чи підшви пласта або іншого опорного горизонту за допомогою спеціальних ізоліній, що називаються ізогіпсами. За своєю суттю гіпсометричний план є проекцією на горизонтальну площину ліній, які з'єднують точки обраної поверхні з однаковими абсолютними висотними відмітками. Фізичний зміст ізогіпс та горизонталей топографічної карти ідентичний: різниця полягає лише в об'єкті зображення, адже горизонталі описують денний рельєф місцевості, тоді як ізогіпси - форму залягання геологічного тіла в надрах. Зокрема, похиле або моноклінальне залягання пласта, яке характеризується стабільним кутом та напрямком падіння, відображається на такому плані у вигляді системи паралельних ліній, розташованих на однаковій відстані одна від одної, за умови їх проведення через рівні висотні інтервали.

Проте частіше залягання пластів характеризується значними змінами кута і напрямку падіння. У таких випадках гіпсометричний план має особливо велику зовнішню схожість з топографічною картою. Він являє собою систему плавно зігнутих ізогіпс з відстанями між ними, що змінюються. При цьому за густиною і конфігурацією ізогіпс в будь-якій точці плану можна одержати повне уявлення про елементи залягання пласта. Лінія падіння його орієнтується перпендикулярно по відношенню до найближчих ізогіпс і направлена у бік менших абсолютних їх значень. Кут падіння шару (α) знаходиться в зворотній залежності від «закладання» – відстані між найближчими ізогіпсами.

У індивідуальному завданні об'єктом для побудови гіпсометричного плану прийнята покрівля вугільного пласта.

Методика побудови гіпсометричних планів полягає у тому, що на план наносяться всі пункти з відомими абсолютними висотними відмітками опорної поверхні і точки з однаковими значеннями висоти з'єднуються плавними лініями.

Для побудови гіпсометричних планів за даними розвідувального буріння застосовується метод геологічних розрізів. В цьому випадку точки, необхідні для проведення ізогіпс, одержують шляхом побудови низки розрізів з зображенням опірною горизонту. При цьому положення відміток покрівлі шару, кратних прийнятому інтервалу ізогіпс (10, 20, 100 м і т. ін.), знаходять на розрізах як проекції цих точок на денну поверхню. Надалі положення цих точок всіх розрізів переносять на відповідні профілі схеми розташування свердловин, і будується сам гіпсометричний план.

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНЕ ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ №1

ПОБУДОВА ГІПСОМЕТРИЧНОГО ПЛАНУ ПОКРІВЛІ ВУГІЛЬНОГО ПЛАСТА ЗА ДАНИМИ РОЗВІДУВАЛЬНОГО БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН

Порядок виконання індивідуального завдання

Для виконання завдання необхідно побудувати гіпсометричний план покрівлі вугільного пласта, використовуючи дані п'яти розвідувальних профілів, закладених на рівнинній ділянці з кроком 60 м, де в кожному профілі через кожні 80 м пробурено по 5 свердловин. На основі отриманих абсолютних висотних відміток покрівлі, зафіксованих у кожній точці буріння, слід провести ізогіпси з кроком 20 метрів, після чого для трьох заданих точок потрібно розрахувати та визначити основні параметри залягання покрівлі пласта.

Завдання для першої розрахунково-графічної роботи

Послідовність роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання №1 з побудови геологічних розрізів для наступної побудови гіпсометричного плану покрівлі вугільного пласта (індивідуального завдання №2) рекомендується дотримуватися наступної послідовності дій:

1. Для виконання розрахунків необхідно визначити персональні вихідні показники та внести отримані результати до п'ятої колонки таблиці 1. Обчислення значень абсолютних відміток поверхні ділянки та покрівлі водотривкого горизонту здійснюється з використанням відповідної математичної формули.

$$h = h_{\text{вих}} - \Delta h,$$

де h - абсолютна висотна відмітка покрівлі вугільного пласта по свердловині (персоналізована для кожного студента);

$h_{\text{вих}}$ - вихідна абсолютна висотна відмітка;

Величина Δh є індивідуальною поправкою, яку потрібно обчислити за формулою $\Delta h = 100 \cdot \text{tg}(N_{\text{сп}})$. При цьому $N_{\text{сп}}$ відповідає порядковому номеру студента в академічному журналі, а отриманий результат розрахунку необхідно округлити до найближчого цілого числа.

2. На аркуші паперу формату А4 необхідно нанести схему розміщення свердловин, дотримуючись конфігурації, що наведена на рисунку 1. Поруч із кожною точкою буріння слід зазначити в дужках відповідні абсолютні відмітки покрівлі вугільного пласта, розраховані на основі індивідуальних вихідних даних.

3. Використовуючи аркуші паперу формату А4, необхідно виконати графічну побудову геологічних розрізів за лініями I-V профілів. Процес передбачає нанесення вертикальної шкали висот (згідно зі зразком на рисунку 1 зліва) та попереднє окреслення топографічного профілю поверхні у вигляді прямої лінії. Після цього на розріз наносяться точкові значення висотних відміток h для кожної свердловини відповідного профілю. Підсумковим кроком є плавне з'єднання цих точок лінією, яка демонструватиме просторове положення покрівлі пласта на заданій ділянці.

4. На побудованих розрізах необхідно провести горизонтальні лінії з кроком 20 метрів до їхнього контакту з лінією покрівлі вугільного покладу. Точки цих перетинів слід спроектувати на горизонтальну площину, що дозволить визначити точне розташування ізогіпс із заданим перерізом для кожного профілю. Отримані проекції потрібно перенести на план розміщення свердловин і позначити відповідними числовими значеннями.

5. Від абсолютних висотних відміток покрівлі вугільного пласта (одержаних точок) провести проекції на горизонтальну площину

Геологічний розріз по розвідувальному профілю I
Масштаб 1:2000

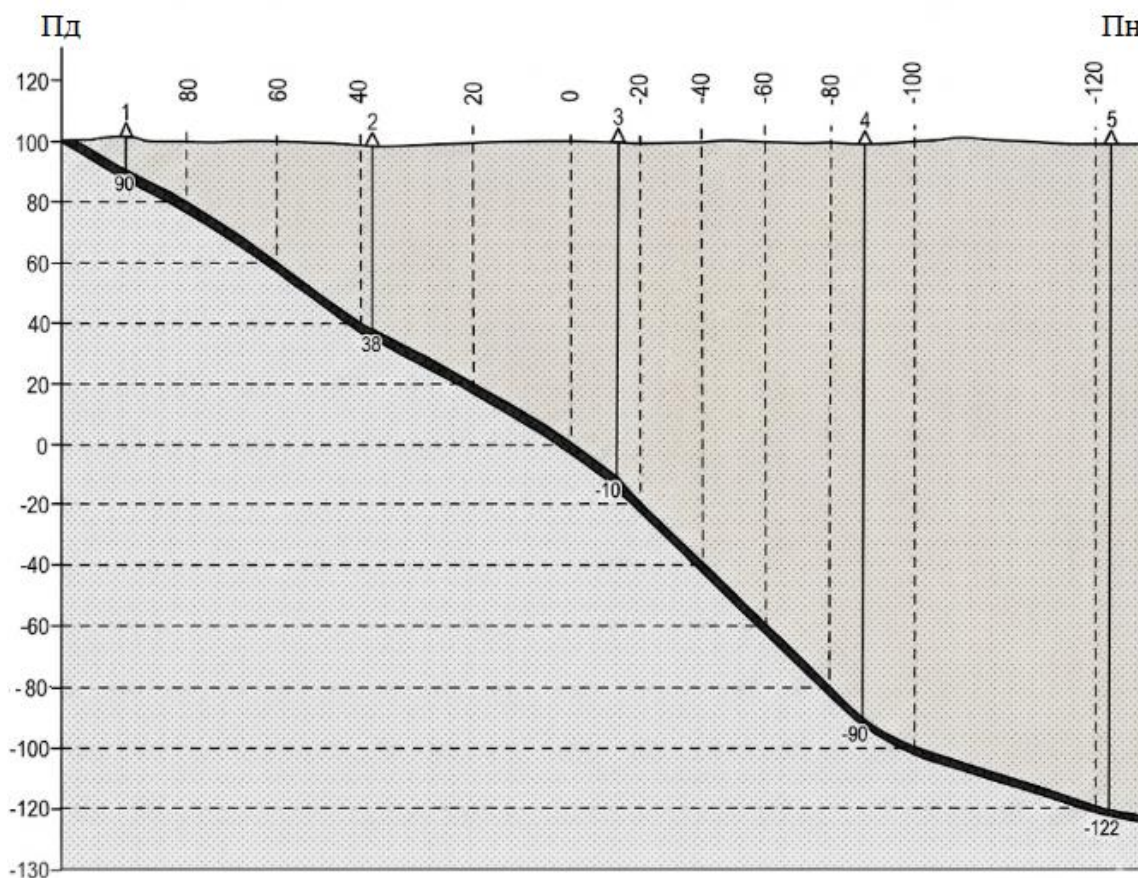


Рисунок 1 - Приклад побудови геологічного розрізу

Таблиця 1 - Параметри та розрахункові дані індивідуального завдання для графічної побудови гіпсометричного плану покрівлі вугільного пласта

Профіль	№ свердловини	Вихідна абсолютна висотна відмітка покрівлі вугільного пласта ($h_{\text{вих.}}$)	Поправка для варіанту (Δh)	Виправлена абсолютна висотна відмітка покрівлі вугільного пласта по свердловині, м ($h=h_{\text{вих}}-\Delta h$)
I	1	90	$\Delta h=100 \cdot \text{tg}(N_{\text{сп}})$, заокруглена до цілого числа	
	2	38		
	3	-10		
	4	-90		
	5	-122		
II	6	92		
	7	40		
	8	-5		
	9	-82		
	10	-118		
III	11	92		
	12	46		
	13	4		
	14	-80		
	15	-120		
IV	16	91		
	17	43		
	18	-2		
	19	-84		
	20	-124		
V	21	91		
	22	42		
	23	-10		
	24	-95		
	25	-122		

Результатом виконання індивідуального розрахунково-графічного завдання №1 є п'ять геологічних розрізів по п'яти профілям виконаних згідно варіанту.



РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНЕ ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ №2

ПОБУДОВА ГІПСОМЕТРИЧНОГО ПЛАНУ ПОКРІВЛІ ВУГІЛЬНОГО ПЛАСТА ЗА ДАНИМИ РОЗВІДУВАЛЬНОГО БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН

Порядок виконання індивідуального завдання

Для виконання завдання необхідно побудувати гіпсометричний план покрівлі вугільного пласта, використовуючи дані п'яти розвідувальних профілів (які було отримано у результаті виконання індивідуального розрахунково-графічного завдання №1), закладених на рівнинній ділянці з кроком 60 м, де в кожному профілі через кожні 80 м пробурено по 5 свердловин. На основі отриманих абсолютних висотних відміток покрівлі, зафіксованих у кожній точці буріння, слід провести ізогіпси з кроком 20 метрів, після чого для трьох заданих точок потрібно розрахувати та визначити основні параметри залягання покрівлі пласта.

Завдання для другої розрахунково-графічної роботи Послідовність роботи

План будується у вигляді плавних ліній (ізогіпс), що сполучають на плані точки з однаковими абсолютними відмітками покрівлі вугільного пласта по свердловинам I- V профілів (рис. 2). Значення ізогіпс на плані підписати в розривах цих ліній.

В нижній частині гіпсометричного плану надаються умовні позначення, що нумеруються.

Для успішного виконання індивідуального завдання №2 з побудови гіпсометричного плану покрівлі вугільного пласта рекомендується дотримуватися наступної послідовності дій:

1. Побудувати гіпсометричний план (інтерполяція)

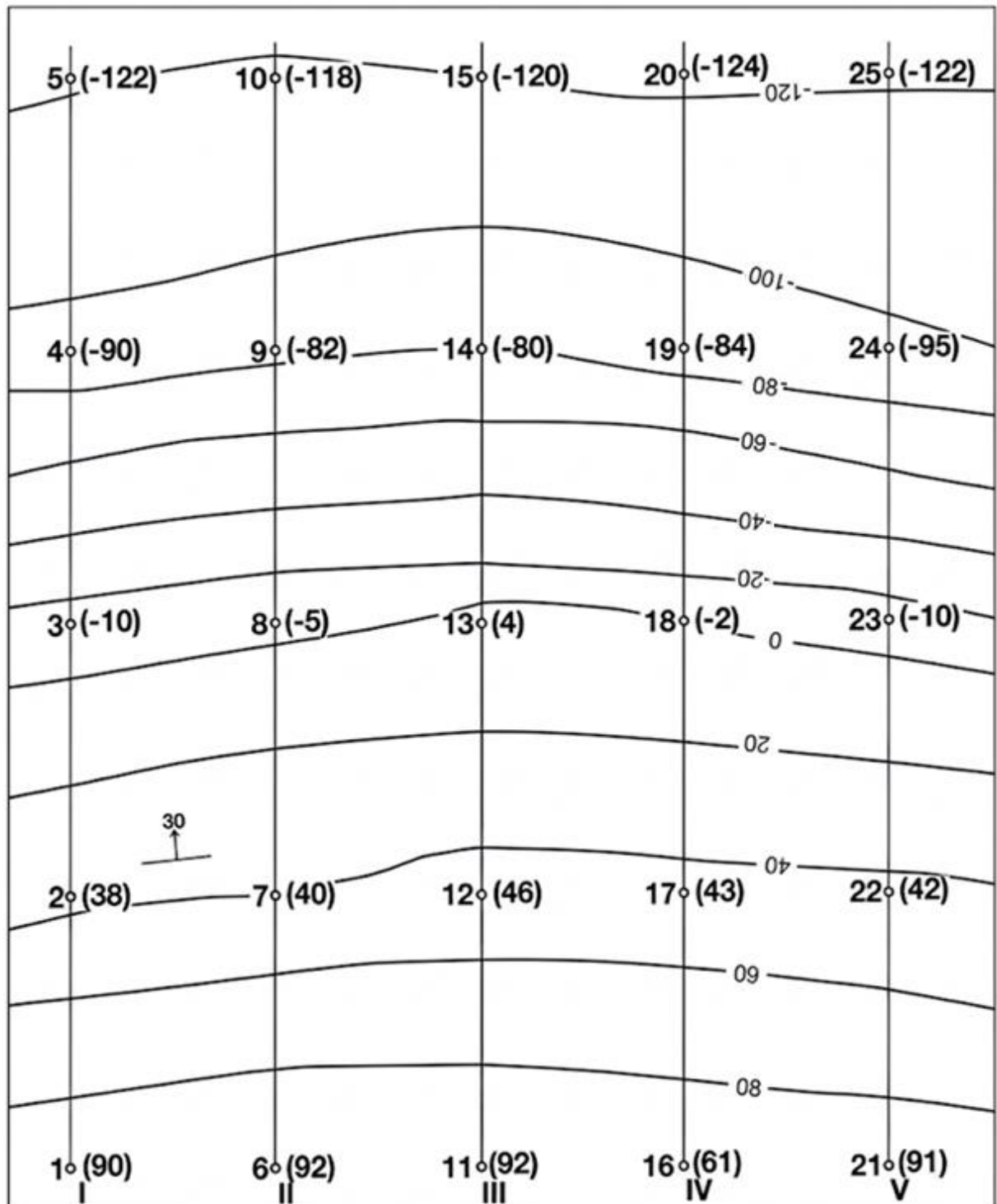
Перенесіть знайдені «кратні» точки з розрізів на схему розташування свердловин п'яти профілів. З'єднайте точки з однаковими відмітками плавними лініями - ізогіпсами. Слідкуйте за тим, щоб ізогіпси не перетиналися. Чим ближче вони розташовані одна до одної, тим крутіше падає пласт.

2. Визначити елементи залягання у 3-х точках

Для трьох заданих точок (або обраних самостійно, якщо не вказано конкретні) визначте абсолютні висотні відмітки покрівлі вугільного пласта.

При оформленні плану потрібно підписувати значення ізогіпс у розривах ліній так, щоб верх цифр був спрямований у бік зростання висоти (підйому пласта).

Гіпсометричний план покрівлі вугільного пласта
Масштаб 1:2000



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

	Розвідувальний профіль, його номер		Ізогіпси
	Свердловина, її номер, відмітка покрівлі вугільного пласту		Елементи залягання покрівлі вугільного пласту

Рисунок 2 - Гіпсометричний план вугільного пласта (зразок оформлення)



ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Індивідуальне розрахунково-графічне завдання повинно містити: титульну сторінку, оформлену за зразком (додаток А), опис методики виконання роботи, розрахунки згідно варіанту завдання та побудова п'яти розвідувальних бурових профілів.

Основний текст індивідуального розрахунково-графічного завдання оформлюється відповідно до вимог Національного стандарту України «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки: Структура та правила оформлювання. ДСТУ 3008:2015».

Індивідуальне розрахунково-графічне завдання готується у друкованому вигляді на аркушах білого паперу формату А4 (210x297мм). Вимоги до оформлення: шрифт Arial, 14 кегль, інтервал – 1,5; береги: верхній, нижній – 2 см, правий – 1,5 см; лівий – 3 см, з абзацним відступом 1,25 см.

Сторінки індивідуального розрахунково-графічного завдання слід нумерувати арабськими цифрами у правому верхньому куті сторінки, додержуючись наскрізної нумерації. Титульний аркуш включають до загальної нумерації сторінок звіту, але номер сторінки не проставляють. Графічні додатки та таблиці, розміщені на окремих сторінках, включають до загальної нумерації сторінок звіту.

Оцінка виставляється згідно з робочою програмою навчальної дисципліни.



РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Базові

1. Мала гірнича енциклопедія. Т. 1 / за редакцією В. С. Білецького. Донецьк : Донбас, 2004. 640 с.
2. Мала гірнича енциклопедія. Т. 2 / за редакцією В. С. Білецького. Донецьк : Донбас, 2007. 652 с.
3. Мала гірнича енциклопедія / за ред. В. С. Білецького. Донецьк : Східний видавничий дім, 2013. Т. 3. 644 с.
4. Технологія підземної розробки корисних копалин : навч. посібник / А. І. Новак та ін. Рівне : НУВГП, 2019. 315 с.
5. Фролов О. О., Косенко Т. В. Відкриті гірничі роботи: Ч. І. Процеси відкритих гірничих робіт : навч. посіб. для студ. спеціальності 184 «Гірництво». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 151 с.

Додаткові

6. Омельчук О. В., Загнітко В. М., Курило М. М. Пошуки та розвідка родовищ корисних копалин : підручник. Київ : «Інститут геології», 2017. 198 с.
7. Рудько Г. І., Курило М. М., Радованов С. В. Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин. Київ : Вид-во «АДЕФ - Україна», 2011. 384 с.

Приклад титульного аркуша

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Кафедра гірничої справи

Індивідуальне розрахунково-графічне завдання №Х

з навчальної дисципліни
Розробка родовищ у складних гірничо-геологічних умовах

**Побудова гіпсометричного плану покрівлі вугільного пласта за
даними розвідувального буріння свердловин**

Варіант №_

Здобувача групи ХХ-ХХ-ХХ
Прізвище Ім'я, По батькові

Викладач:
канд. геол. наук., доцент
Є.С. Козій

Запоріжжя, 20XX



Навчально-методичне видання

Козій Євген Сергійович

**РОЗРОБКА РОДОВИЩ У СКЛАДНИХ
ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ:
методичні рекомендації
до виконання індивідуального
розрахунково-графічного завдання №Х**

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції