

**Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу**

На правах рукопису

МИХАЙЛІВ ІРИНА РОМАНІВНА

УДК 551.242.3:553.98(477.8)

**ВПЛИВ ГЕОДИНАМІЧНИХ НАПРУГ
НА РОЗВИТОК І НАФТОГАЗОНОСНІСТЬ ЛОКАЛЬНИХ
СТРУКТУР БОРИСЛАВСЬКО-ПОКУТСЬКОЇ ЗОНИ
ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ**

04.00.17 – геологія нафти і газу

**Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата геологічних наук**

Науковий керівник
Орлов Олександр Олександрович
доктор геолого-мінералогічних наук,
професор



d207

Івано-Франківськ - 2002

ЗМІСТ

	С.
Вступ	4
1 Аналітичний огляд відомих класифікацій локальних структур та використання кількісних показників	10
2 Особливості тектонічної будови структур Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину	21
2.1 Структурно-тектонічна будова I ярусу складок	23
2.2 Структурно-тектонічна будова II ярусу складок	36
2.3 Структурно-тектонічна будова III ярусу складок	50
3 Визначення кількісних показників локальних структур Бориславсько-Покутської зони	60
3.1 Структурно-тектонічні показники	60
3.2 Лінійно-геометричні показники	67
3.3 Показники тектонічної порушеності	68
3.4 Кутові показники	73
3.5 Результати визначення кількісних показників структур Бориславсько-Покутської зони	74
4 Класифікація локальних структур Бориславсько-Покутської зони за кількісними показниками	81
4.1 Геолого-статистичне моделювання локальних структур за допомогою кількісних показників	81
4.1.1 Аналіз стохастичного взаємовпливу параметрів структур	82
4.1.2 Групування локальних структур кластер-аналізом	89
4.2 Виділення основних таксономічних типів локальних структур за комплексом кількісних показників	97

5 Вплив тектонічних процесів на характер розподілу локальних структур та утворення пасток у Бориславсько-Покутській зоні	104
5.1 Модель процесу складкоутворення та формування розривних порушень	104
5.2 Визначення ділянок максимальної інтенсивності тектонічних рухів	110
5.3 Встановлення взаємозв'язку нафтогазоносності структур з характером напруг в їх надрах	118
5.4 Екранувальні властивості тектонічних порушень, як умова існування пасток нафти і газу	136
Висновки	149
Перелік літературних джерел	152

ВСТУП

Актуальність теми. Бориславсько-Покутська зона Передкарпатського прогину відноситься до найстаріших в Україні нафтогазовидобувних регіонів, вуглеводневий потенціал якого далеко ще не вичерпаний. Тому детальне вивчення особливостей її геологічної будови і зокрема локальних структурних форм, як можливих пасток нафти і газу, є актуальним завданням для надійного прогнозування нафтогазоносності надр. Складна блокова будова структур Бориславсько-Покутської зони вимагає розробки специфічних методик ведення пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ. В цьому плані важливе значення має визначення характеру розподілу локальних структур та особливостей їх морфологічних форм на досліджуваній території. Актуальним також залишається питання щодо трасування тектонічних порушень та визначення їх екранувальної здатності, від чого залежить можливість існування покладів вуглеводнів. Вирішення цих питань дозволить значно підвищити геологічну ефективність пошуково-розвідувальних робіт на площах Бориславсько-Покутської зони.

На сучасному етапі розвитку наук про Землю широко впроваджується комп'ютерна обробка геологічних даних. Тому, поряд з традиційним підходом до опису структур, як можливих пасток нафти і газу, необхідно проводити аналіз їх кількісних (числових) параметрів, що дозволяє більш аргументовано підтвердити встановлені закономірності. Оперування великими масивами кількісних показників локальних структур і встановленими між ними залежностями дає можливість моделювати процеси, що їх сформували, та визначати закономірності їх поширення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Обраний напрям досліджень є складовою частиною держбюджетної теми

Д-7-Ф науково-дослідного інституту нафтогазових технологій ІФНТУНГ “Дослідження зон геодинамічних напруг Карпатського регіону та їх вплив на ємнісно-фільтраційні показники гірських порід, умови формування нафтових і газових родовищ та їх розробку” (державний реєстраційний № 0198U002715) і держбюджетної теми Д-3-01-Ф науково-дослідного інституту нафтогазових технологій ІФНТУНГ “Геодинамічні умови формування рудонафтогазоносності Карпатського регіону” (державний реєстраційний № 0101U001663). Одночасно вона є складовою частиною держбюджетної теми “Дослідження корисних копалин України” кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ ІФНТУНГ.

Мета і задачі досліджень. Встановити характер впливу напруг і тектонічних деформацій на формування і нафтогазоносність локальних структур Бориславсько-Покутської зони та провести оцінку особливостей їх морфологічних форм, використовуючи кількісні показники.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно розглянути і вирішити такі завдання:

1. Встановити структурно-тектонічні особливості будови локальних структур Бориславсько-Покутської зони і розробити їх класифікацію.
2. Дослідити можливість оцінки морфологічних особливостей будови локальних структур за кількісними показниками.
3. Встановити зв'язок величини деформацій і напруг локальних структур з морфологічними особливостями їх будови та нафтогазоносністю.
4. Дослідити можливість існування тектонічно екранованих покладів нафти і газу в залежності від екранувальних властивостей тектонічних порушень для локальних структур Бориславсько-Покутської зони.
5. Встановити закономірності зміни кількісних показників та морфологічних особливостей для продуктивних та “порожніх” структур.

Об'єкт дослідження. Локальні структури Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину, їх морфологічні особливості, умови формування та нафтогазоносність.

Предмет дослідження. Вплив напруг і тектонічних деформацій локальних структур на їх нафтогазоносність в умовах складнопобудованих нафтогазоносних регіонів.

Методи дослідження. Використовувались графічні та аналітичні методи визначення кількісних показників, методи геолого-математичного моделювання досліджуваних об'єктів з використанням кореляційно-регресійного, кластерного і послідовного статистичного аналізів, методи структурно-графічних побудов для визначення екранувальних властивостей тектонічних порушень.

Фактичним матеріалом послужили фондові та опубліковані матеріали зі структурно-тектонічної будови та геолого-геофізичні дані, отримані при проведенні пошуково-розвідувальних робіт та оцінці ресурсів і запасів вуглеводнів (ВВ) на структурах Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину, зібрані протягом навчання в очній аспірантурі при кафедрі геології та розвідки нафтових і газових родовищ ІФНТУНГ.

Наукова новизна одержаних результатів. До найважливіших наукових і практичних результатів слід віднести:

- розроблену класифікацію локальних структур Бориславсько-Покутської зони за кількісними показниками, яка містить чотири групи структур в залежності від морфологічних особливостей їх будови;
- досліджені умови формування морфологічних різновидів локальних структур та характер розподілу в них тектонічних деформацій;
- встановлену залежність концентрації запасів нафти і газу від величини тектонічних деформацій і напруг в локальних структурах Бориславсько-Покутської зони;

- визначені умови, при яких тектонічні порушення мають екранувальні властивості і сприяють формуванню тектонічно екранованих покладів.

Основні положення, що захищаються:

1. Локальні структури Бориславсько-Покутської зони за комплексом кількісних показників поділяються на збережені, частково зруйновані, зруйновані і сильно зруйновані.

2. Місця руйнування суцільності гірських порід та характер розподілу в них деформацій і напруг визначають сучасну морфологію і нафтогазоносність локальних структур Бориславсько-Покутської зони.

3. Нафтогазоносність локальних структур Бориславсько-Покутської зони залежить від ступеня порушеності тектонічними розривами та їх екранувальних властивостей.

Практичне значення одержаних результатів. Результати досліджень розподілу тектонічних напруг і деформацій, які можна оцінити за кількісними показниками, сприятимуть більш надійному прогнозуванню нафтогазоносності надр, що дозволить значно підвищити геологічну результативність геологорозвідувальних робіт на нафту і газ на площах Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину.

Особистий внесок здобувача. Дисертантом особисто проведені аналітичні та графічні визначення кількісних показників для 108 локальних структур Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину; встановлено аналітичні і графічні залежності між кількісними показниками цих структур та їх взаємозв'язок з нафтогазоносністю; розроблено класифікацію локальних структур за кількісними показниками та створено модель структуроутворення у Бориславсько-Покутській зоні; побудовано карти ізоінтенсивностей і напруженостей гірських порід; встановлено характер розподілу деформацій по площі Бориславсько-Покутської зони в цілому та для локальних структур зокрема; встановлено

сприятливі геологічні умови, при яких тектонічні порушення є екранами покладів нафти і газу; дано рекомендації з проведення геологорозвідувальних робіт на нафту і газ у Бориславсько-Покутській зоні Передкарпатського прогину.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень, які викладені у дисертації, доповідались на наукових і науково-технічних конференціях, а саме на: 5-й Міжнародній науково-практичній конференції “Нафта і газ України-98” (Полтава, 1998); Третьем международном имени академика М.А. Усова научном симпозиуме студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках Российской научно-социальной программы для молодежи и школьников “Шаг в будущее”, посвященном 100-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, (Томск, 1999); International conference. Carpathian foredeep basin – its evolution and mineral resources. (Krakow, 1999); 6-й Міжнародній науково-практичній конференції “Нафта і газ України-2000” (Івано-Франківськ, 2000); Міжнародній конференції-форумі Єврорегіонів “МИР ТА БЕЗПЕКА” (Івано-Франківськ, 2000); Міжнародній науковій конференції “Геологія горючих копалин України”, (Львів, 2001) та на науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу університету (Івано-Франківськ. 1998, 1999).

Публікації. По темі дисертації опубліковано 14 наукових праць, серед яких 7 статей опубліковано у фахових виданнях, передбачених ВАК України, та 7 у матеріалах і тезах конференцій.

Обсяг і структура роботи. Дисертація складається із вступу, п’яти розділів, висновків, списку використаних джерел на 166 сторінках друкованого тексту, ілюструється 9 таблицями, 21 рисунком, бібліографія включає 132 найменування.

Автор вважає своїм обов’язком висловити щиру подяку науковому керівнику доктору геолого-мінералогічних наук, заслуженому працівнику

народної освіти України професору О.О. Орлову за керівництво і постійну підтримку при виконанні дисертаційної роботи. Автор висловлює подяку завідувачу кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ доктору геолого-мінералогічних наук, професору Б.Й. Маєвському, кандидатам геолого-мінералогічних наук, доцентам Л.С. Мончаку, М.В. Ляху, кандидату геологічних наук В.Г. Омельченку, доценту О.Є. Лозинському, старшому науковому співробітнику Д.І. Аронському за консультації при обговоренні принципових питань та колективу кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ за сприяння, допомогу та підтримку при виконанні дисертаційної роботи.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ВІДОМИХ КЛАСИФІКАЦІЙ ЛОКАЛЬНИХ СТРУКТУР ТА ВИКОРИСТАННЯ КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ

Виділяються різні типи пасток, до яких можуть бути приурочені скупчення нафти і газу [1-6]. Тому вивчення умов їх формування має важливе теоретичне і практичне значення .

Найбільш простим і поширеним способом утворення в природному резервуарі пасток - вважається наявність антиклінальних структур різної морфології та складності будови в результаті дії складкоутворюючих рухів. Важливою структурною особливістю антикліналей є те, що вони, охоплюючи по вертикалі значну товщу осадових порід, утворюють пастки в породах-колекторах, які перекриті непроникними породами. З пастками, що мають форму антикліналі (структурний, антиклінальний або склепінний тип) пов'язується значна кількість як встановлених покладів, так і перспективних на нафту і газ об'єктів [7, 8].

Вивченням особливостей будови та генезису складок і розробкою їх класифікацій займались В.Е. Хаїн, А.Е. Михайлов, Н.І. Буялов, Г.Д. Ажгірей, П.С. Шацький, В.В. Білоусов, М.Ф. Мірчинк, А.А. Бакіров та інші [9-14].

В основу всіх існуючих класифікацій складок покладено морфологічні і генетичні ознаки та їх комбінації. Найбільш повною і висвітленою в геологічній літературі є морфологічна класифікація.

Так, В.Е. Хаїн [9] при виділенні окремих морфологічних типів складок запропонував враховувати наступні ознаки:

- 1) нахил осьової поверхні і крил (прямі, косі, перекинуті, лежачі, пірнаючі);
- 2) форму крил і склепіння (гострі, випуклі, сундучні, коробчаті,

віялоподібні, стільцеподібні та ізоклінальні);

3) товщину окремих свит і горизонтів в різних частинах складки (паралельні, подібні, діапірові, криптодіапірові, антикліналі з потоншеним склепінням і синкліналі з потовщеною мульдою);

4) форму осі складки (лінійні, брахіскладки, купола).

Г.Д. Ажгірей [12], розробляючи морфологічну класифікацію складок використовував такі ознаки, як положення осьової поверхні, форму осі складки, форму замка, зміну початкової товщини гірських порід на крилах і замках складки. Типізацію складок автор проводив аналогічно до класифікації, яку запропонував В.Е. Хаїн, але як доповнення він виділив таку ознаку як положення крил відносно осьової поверхні. Відповідно до неї складки бувають відкриті (коли крила нахилені в бік від осьової поверхні - антиклінальні складки і до осьової поверхні - синклінальні складки) та стиснуті складки різних типів (віялоподібні з обмеженим нахилом крил та ізоклінальні складки з крилами паралельними до осьової поверхні).

Н.І. Буялов [11], на відміну від В.Е. Хаїна та Г.Д. Ажгірея, запропонував виділяти типи складок тільки за однією ознакою - положення осьової поверхні в просторі та падіння крил. Відповідно до цього автор виділяє наступні типи складок: прямі (стоячі, симетричні), косі (нахилені, несиметричні), перекинуті, лежачі, пірнаючі, циліндричні (що в принципі є лінійно-втягнутими складками), стільцеподібні, віялоподібні, ізоклінальні. Він об'єднав в один тип такі ознаки, як нахил осьової поверхні і крил та форму крил і склепіння за В.Е. Хаїним або положення осьової поверхні та форму замка за Г.Д. Ажгіреєм.

Морфологічна класифікація складок А.Е. Михайлова [10] має деякі відмінності від вищенаведених класифікацій. При типізації за положенням осьової поверхні автор виділяє два типи складок: симетричні і асиметричні, виділяючи, в свою чергу, серед асиметричних

нахилені, перевернуті, лежачі, пірнаючі.

За співвідношенням між крилами складок автор пропонує розрізняти:

- звичайні або нормальні складки (з падінням крил в різні сторони);
- ізоклінальні (з паралельно розміщеними крилами);
- віялоподібні (з віялоподібним розміщенням крил).

За формою замка виділяються складки гострі (з кутом $<90^0$), тупі (з кутом $>90^0$) та сундучні (коробчаті) з плоским замком та крутими крилами.

Щодо зміни товщини пластів на крилах і в склепінні А.Е. Михайлов дотримується класифікацій В.Е. Хаїна та Г.Д. Ажгірея, але на відміну від них паралельні складки називає концентричними.

За співвідношенням довгої та короткої осей (форма осі складки за В.Е. Хаїним і Г.Д. Ажгіреєм) А.Е. Михайлов виділяє лінійні, брахіформні і куполовидні складки.

Отже, як видно з вищенаведених класифікацій різні автори дотримуються однакових принципів підходу до типізації складок за морфологічними ознаками, які можна звести до наступних:

- 1) положення осьової поверхні;
- 2) співвідношення між крилами складок;
- 3) форма замка;
- 4) зміна товщини пластів на крилах і в склепінні;
- 5) співвідношення довгої та короткої осей.

Розробка єдиної класифікації складок за генетичними ознаками пов'язана з деякими труднощами тому що, оскільки зараз існують два принципово різні підходи до визначення генезису складок. Одні дослідники основну роль в розвитку земної кори відводять силам стискання, а вертикальні рухи розглядають як їх похідні [9, 13]. Інші, навпаки, горизонтальні рухи розглядають як наслідок вертикальних

переміщень глибинних мас [15].

Загалом слід відмітити, що при формуванні складок вирішальну роль мають динамічна обстановка та геологічні умови, при яких відбуваються процеси складкоутворення. Тому, за динамічною обстановкою складки поділяються на дві великі групи: складки згину і складки течії [10, 16].

В цілому, основними динамічними умовами, що формують ті або інші складки, є [15]:

- 1) дія бокового стиснення;
- 2) стискання пластів осадового чохла в результаті переміщень блоків фундаменту;
- 3) волочіння пластів при формуванні шар'яжів великої амплітуди;
- 4) зім'яття пластів в прогинах при їх загальному піднятті;
- 5) гравітаційне сповзання пластичних мас по схилах піднять в процесі їх загального підняття;
- 6) нерівномірне опускання або підняття блоків та інші.

За геологічними умовами виділяють складки пов'язані з ендегенними процесами, в цьому випадку виникає ендегенна складчастість (або складчастість тектонічного походження) та складки пов'язані з екзогенними процесами - екзогенна складчастість (або складчастість нетектонічного генезису).

Розробкою генетичних класифікацій складок займались Н.Б. Вассоевич, Ю.А. Косигін, В.В. Білоусов, В.Е. Хаїн, А.Е. Михайлов та інші [9, 10, 13, 15, 17]. Широкого застосування в структурній та нафтогазовій геології набули класифікації Н.Б. Вассоевича та А.Е. Михайлова.

Відповідно до класифікації Н.Б. Вассоевича [17] за генетичними ознаками складки поділяються на ендегенні та екзогенні.

Серед ендегенних виділяються складки: стискання, які утворились

при опусканні прогинів (доінверсійні); стискання, які утворились при перетворенні прогинів в підняття (інверсійні); вільного гравітаційного ковзання; роздавлювання; діапірові; відбиті; магматогенні. Серед екзогенних виділяють складки облямовування, ущільнення, випирання, розбухання, руйнування (зім'яття пластів при утворенні карстових воронок), сповзання і льодовикові складки.

Класифікація запропонована А.Е. Михайловим [10] відноситься тільки до складок тектонічного походження, які об'єднуються в типи поверхневої та глибинної складчастості. Згідно з цією класифікацією поверхнева складчастість включає в себе складки стискання, складки облямовування, складки сповзання, складки пов'язані з розривами, складки пов'язані з проникненням магми і діапірові складки. Глибинна складчастість включає: 1) складки вертикального перерізу – це явно виражені лінійні складки з гострими замками та крутими крилами, шарніри яких горизонтальні або слабо нахилені; 2) складки горизонтального перерізу - складки плавних обрисів з вертикальними або крутонахиленими шарнірами.

Е.А. Бакіров [14], враховуючи те, що умови формування скупчень нафти і газу в значній мірі залежать від походження та умов розвитку структур, до яких вони приурочені, вважає, що визначальними ознаками, за якими можна проводити типізацію структур є генетичні. Тому, в своїй класифікації всі локальні структури, як можливі пастки, він пропонує поділяти за умовами формування на: первинно-тектонічні, вторинно-тектонічні та атектонічні.

Первинно-тектонічні локальні підняття, які виникли в результаті безпосередньої дії тектонічних рухів, поділяються на структури, пов'язані:

- 1) з тектонічними рухами фундаменту;
- 2) з тектонічними рухами осадового чохла;

3) з проникненням магми.

Вторинно-тектонічні локальні підняття, які виникли в результаті вторинних процесів, що є наслідком прояву тектонічних рухів, поділяються на структури:

1) пов'язані з рухом пластичних мас гірських порід (складки витискування);

2) пов'язані з рухом непластичних мас гірських порід (складки сповзання);

Атектонічні локальні підняття, походження яких пов'язується з процесами осадконагромадження, метаморфізму та поверхневими процесами, поділяються на метаморфогенні, седиментаційні, ерозійні, діагенетичні і поверхневі.

Таким чином, існуючі на сьогодні морфологічні та генетичні класифікації складок, дозволяють проводити тільки якісний опис цих структурних форм.

Всякий структурний опис повинен в максимально можливій мірі базуватись також на вимірах чітко сформульованих кутових, лінійних і просторових параметрів, оскільки якісний опис складок навіть при наявності детальної і чітко вираженої термінології, має суб'єктивні риси. Крім того, за допомогою якісного опису часто взагалі неможливо виявити певні закономірності в складчастих районах, зокрема при проведенні статистичних співставлень різних форм. З цієї причини здавна ведуться пошуки кількісних методів опису і аналізу структурних форм і, зокрема, складок і складчастих областей в цілому. Велику цінність в цьому випадку має вказування хоча би порядку величин цих параметрів, ніж чисто описова їх характеристика [18, 19].

Визначення кількісних характеристик окремих складок і, як наслідок, деформацій, що їх спричинили широко використовується в практиці європейських і американських геологів, а рекомендації щодо

використання кількісних параметрів містяться в роботах деяких авторів [20-32]. Так, Е. Хансен [27] на основі параметрів, що характеризують форму складок та їх співвідношення, враховуючи при цьому і якісні ознаки, розробив нову систематику складок. В роботах Дж. Г. Ремзі [28, 29] та П. Дж. Хадлестона [30] наведені визначення різних складчастих категорій, які базуються на співвідношеннях кількісних параметрів. С.А. Вайтен [31] для характеристики складчастих форм запропонував ряд статистичних параметрів, які базуються виключно на кутових вимірах. Ці показники на практиці використовувались М.Д. Димитриєвичем [32].

Серед вітчизняних вчених вивченням кількісних характеристик структур займались лише деякі науковці, які переслідували при цьому кожен свою мету [33-39].

Вперше кількісний опис структур проводився Налівкіним В.Д. [33] з метою створення генетичної класифікації платформових структур. На думку автора, через відсутність надійних кількісних критеріїв класифікація складок взагалі і платформових зокрема, розроблена недостатньо. Тому, за такий критерій, який би в певній мірі відображав причини структуроутворення ним була прийнята інтенсивність росту структури (інтенсивність структуроутворення). Визначивши інтенсивність структуроутворення, лінійні розміри складок та співвідношення короткої і довгої осей (видовження), Налівкін В.Д. провів кількісний опис крупних та середніх структур платформового чохла Західносибірської, Турано-Скіфської і Руської епігерцинських плит. Це дозволило йому за величиною інтенсивності структуроутворення виділити наступні типи структур:

1) платформові, що утворились при слабкій інтенсивності структуроутворення, коли перерозподіл речовини в земній корі майже не відбувався;

2) перехідні, що утворились при середній інтенсивності структуроутворення, що характеризується помітним перерозподілом речовини в земній корі і затухає з віддаленням від геосинкліналі;

3) геосинклінальні, що утворились при великій інтенсивності структуроутворення, що характеризується інтенсивним перерозподілом речовини в земній корі.

Лазарєв В.С. [33] проводив кількісний опис локальних структур-складок Західносибірської і Турано-Скіфської епігерцинських плит. Автором розглядались лише позитивні структури як можливі пастки для нафти і газу. Базуючись на результатах обробки визначених кількісних параметрів (інтенсивність структуроутворення, об'єм локальної структури, ступінь видовження) ним встановлено, що:

1) інтенсивність структуроутворення не характеризує належності структури до будь-якої генетичної групи (криві розподілу інтенсивності успадкованих і новоутворених структур співпадають), а характеризує тільки тип структури (плікативні мають інтенсивність менше 1.1 м/км^2 , проміжні - $1,1-3,0 \text{ м/км}^2$, прирозломні - більше 3 м/км^2);

2) новоутворені структури характеризуються більшими значеннями об'ємів, ніж успадковані. За типами структур об'єми розподіляються наступним чином: плікативні ($0,1-6 \text{ км}^3$), проміжні ($0,1-4 \text{ км}^3$) і прирозломні ($0,1-2 \text{ км}^3$);

3) видовження в деякій мірі характеризує належність структур до певних груп (успадковані структури характеризуються як правило більшим видовженням).

За результатами кількісного опису складок сходу Руської плити (використовуючи такі кількісні показники як розміри структури, площа, амплітуда, видовження, коефіцієнт інтенсивності, об'єм, нахил крил, початок-відновлення росту складок) Кац З.Я. встановив, що [33]:

1) плікативні і прирозломні типи структур не відрізняються між собою за величинами площі і об'ємів;

2) прирозломні структури мають коефіцієнт видовження більше 2, плікативні - менше 2;

3) для прирозломних структур характерний великий діапазон зміни інтенсивності структуроутворення і їх значення більші 1,5; плікативні структури характеризуються меншим діапазоном зміни інтенсивності структуроутворення і їх значення менші 1,5.

Кількісним описом структур, з якими пов'язані родовища нафти і газу України займався Орлов О.О. [34, 35], вивчаючи характер розподілу аномальних пластових тисків в природних резервуарах. Ним була встановлена залежність коефіцієнтів аномальності пластових тисків від ступеню зім'яття пластів порід в складки, що визначається "інтенсивністю локальної структури" ($K_a = f(i)$).

Великий обсяг матеріалів по кількісних характеристиках структур, до яких приурочені родовища нафти і газу Дніпровсько-Донецької западини представлений в роботах Євдощука М.І., Кабишева Б.П., Пригаріної Т.М. та інших [36, 37]. Розглядаючи вплив геологічних показників умов акумуляції вуглеводнів (до яких віднесені площа, амплітуда, інтенсивність структури та її об'єм) на крупність скупчень вуглеводнів, автори встановили:

1) існування прямого кореляційного зв'язку площі і амплітуди структури з запасами вуглеводнів і крупністю скупчень;

2) для прогнозу крупності скупчень інтенсивність структури є слабо інформативним показником: майже в усіх об'єктах інтенсивність структури не впливає на крупність скупчень, так від дрібних до середніх вона збільшується, а до крупних - зменшується;

3) об'єм структури є досить інформативною ознакою і для родовищ ДДЗ встановлена залежність крупності скупчень від об'єму структури.

В роботі Савчак О.З. [38] за допомогою кількісних параметрів і, зокрема коефіцієнту інтенсивності складкоутворення, були виділені фази активного і пасивного прояву тектонічних процесів при формуванні структур акваторіальної частини Каркінітсько-Північнокримського прогину. Встановлено, що тектонічний фактор має вирішальний вплив і на утворення вуглеводневих покладів.

В своїй роботі Яковлев Ф.Л. [39], базуючись на кількісних даних про морфологію окремих складок, зробив спробу вирішити проблему формування лінійної складчастості Великого Кавказу. За такими кількісними характеристиками складчастих структур як нахил осьової поверхні складки, розмір скорочення ділянки деформації в напрямку, перпендикулярному осьовій поверхні (кут сходження крил) та нахил дзеркала складок, визначено природу лінійної складчастості Великого Кавказу, яка може бути інтерпретована як адвекція (крупномасштабний згин) і зовнішнє скорочення з можливим утворенням насувів.

Таким чином, аналізуючи вищенаведене, можна зробити висновок, що використання кількісних характеристик структур є досить важливим напрямком в проведенні досліджень для встановлення умов утворення локальних структур та розробки їх класифікацій.

Оскільки класифікації є одним із основних методів узагальнення результатів геологічних досліджень, то створення класифікації структур за кількісними показниками, на нашу думку, дозволить:

- об'єднати в класи і типи структури того або іншого регіону в залежності від їх кількісних характеристик, що в свою чергу дасть змогу оцінити інтенсивність тектонічних рухів, що призвели до формування цих структур;
- провести порівняльний аналіз структур за їх кількісними характеристиками;
- встановити між виділеними класами і типами структур межі,

залежності та співвідношення з параметрами нафтогазоносності;

- зробити узагальнення і теоретичні висновки щодо інтенсивності тектонічних рухів в різні епохи геологічного часу, що призвели до формування окремих структур та регіону в цілому.

В той же час, на сьогодні, коли в більшості галузей геології впроваджується комп'ютерна обробка даних, використання цифрового матеріалу дасть змогу обробляти і накопичувати геологічну інформацію по структурах, а також створювати бази даних на машинних носіях. Це матиме велике практичне значення, тому що дозволить оцінювати геолого-тектонічні умови існування покладів нафти і газу, що в свою чергу впливає на методику ведення пошуково-розвідувальних робіт і дозволить підвищити їх ефективність навіть в таких складно побудованих районах, яким є Бориславсько-Покутська зона Передкарпатського прогину.

РОЗДІЛ 2

ОСОБЛИВОСТІ ТЕКТОНІЧНОЇ БУДОВИ СТРУКТУР БОРИСЛАВСЬКО-ПОКУТСЬКОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

Складна геологічна будова Східних Карпат та прилеглих територій зумовила створення декількох схем їх тектонічного районування, які відображені в працях А.А. Богданова, М.Я. Вуля, О.С. Вялова, В.Г. Бондарчука, В.С. Бурова, В.В. Глушка, Г.Н. Доленка, Я.О. Кульчицького, С.І. Субботіна та багатьох інших геологів [40-61]. Однак, до сьогодні ще не існує єдиної думки про тектонічне районування Передкарпатського крайового прогину, що пов'язано із різними уявленнями щодо границі поширення крейдово-палеогенового флішу.

А.А. Богдановим [40] в Передкарпатському прогині виділено Внутрішню і Зовнішню зони, які відрізняються між собою тектонічною будовою, історією геологічного розвитку та будовою основи. Внутрішня зона, на думку автора, є периферією Карпатської геосинклінальної області, яка також прогиналась і в орогенний етап розвитку на початку міоцену, що супроводжувалось накопиченням нижніх, а згодом і верхніх молас. В результаті прояву складкоутворюючих рухів, що завершилися виникненням крупних насувів, ця зона піддалась сильній дислокації. Розвинуті тут структури є типово геосинклінальними дислокаціями. Головними особливостями будови Зовнішньої зони, яка є частиною Східноєвропейської платформи і прогиналась у пізньому міоцені, є блокове занурення доміоценового фундаменту в бік Карпат з одночасним зростанням в цьому ж напрямку товщини верхньомоласових відкладів та розвитком типово платформових структур.

Районування Передкарпатського прогину на дві зони одержало широке визнання та підтримується багатьма геологами (О.С. Вяловим, Н.Р. Ладиженським, Г.Н. Доленком, Л.О. Кульчицьким, В. М. Антіповим та ін. [48-551, 57, 59, 60]).

Однак, В.С. Буров, В.В. Глушко, В.А. Шакін та П.Ф. Шпак [46] висловили припущення про поділ Передкарпатського прогину на три зони - Бориславсько-Покутську, Самбірську і Більче-Волицьку. В основу такого районування покладені уявлення про будову донеогенового фундаменту, відмінності в історії розвитку та геологічній будові, вік комплексів порід, тип локальних структур та розподіл корисних копалин. Відповідно до їх поглядів, закладання Бориславсько-Покутської структурно-фаціальної зони відбувалось на геосинклінальній основі, тоді як Самбірська - формувалась на флішовій та характеризується специфічним складом молас і суттєво відрізняється будовою від сусідніх структурних елементів. В сучасному структурному плані Самбірська зона насунута на Більче-Волицьку (Зовнішню) зону. При цьому Самбірська і Бориславсько-Покутська зони вважаються самостійними покровами, кожний з яких складений певним комплексом порід.

Аналізуючи вищенаведене з питань тектонічної будови Передкарпатського прогину нами, як більш науково обґрунтований, прийнятий поділ на три самостійні зони, які відрізняються тектонічною будовою і літо-фаціальними особливостями відкладів, що їх складають. Нашими дослідженнями охоплена лише Бориславсько-Покутська зона, яка в складі Передкарпатського прогину займає крайнє південно-західне положення та простягається в межах Української частини Карпат з північного заходу на південний схід на відстань 275 км при ширині від 7 до 24 км. В її тектонічній будові виділяються Старосільсько-Хідновицьке, Орів-Роздольське, Майдан-Івано-

Франківське, Микуличин-Коломийське і Покутсько-Буковинське поперечні підняття та розділяючі їх Підбузька, Долинська, Надвірнянська і Верховинська депресії [57]. На думку деяких авторів [62] Микуличин-Коломийське підняття має локальне значення в складі Покутсько-Буковинського, а замість Надвірнянської і Верховинської депресій слід виділяти Делятинську.

Бориславсько-Покутська зона перетинається поперечними скид-зсувами, які розташовані один від одного на відстані від сотні метрів до 15-20 км і зумовили його блокову будову. Ці поперечні тектонічні порушення можуть бути загальними для всіх ярусів або простежуватись в складках лише одного ярусу. Детально за глибинним критерієм Бориславсько-Покутська зона поділяється на перший, другий і третій яруси [63].

2.1. Структурно-тектонічна будова першого ярусу складок

Перший структурний ярус при ширині від 2 до 14 км поширений майже на всю Бориславсько-Покутську зону і виклинюється в зоні Покутсько-Буковинського підняття. Всього в будові ярусу виділяють 32 антикліналі, що групуються в лінії складок, число яких змінюється від 1 до 4. Складки в північно-західній частині Бориславсько-Покутської зони, до Танявського блоку включно, перекриваються Скибовою зоною Карпат, амплітуда насуву якої складає від 3 до 12 км. На більшій частині території Долинського району Скибовою зоною перекривається південно-західна лінія складок з амплітудою насуву до 4 км. Амплітуда насуву першого ярусу на другий зменшується з північного заходу, де вона складає 5-14 км і повністю перекриває другий ярус, на південний схід (0,5-4,0 км в межах Майданського підняття з частковим або повним перекриттям тільки крайньої південно-західної лінії складок;

декілька сот метрів - Делятинська депресія і Покутсько-Буковинське підняття, де перший ярус представлений складкою Максимця). Значне зміщення порід спостерігається і в самій структурі першого ярусу. Так, Добромильська складка в Старосамбірському, Бережницькому, Блажівському і Монастирецькому блоках повністю перекривається Старосамбірською і Блажівською складками. Значну амплітуду насуву (до 2 км) встановлено на контакті Оболонської і Нижньострутинської складок.

В будові ярусу домінуюче висотне положення займають антикліналі крайньої північно-східної лінії, шарніри яких виходять на денну поверхню в межах Майдан-Івано-Франківського і Покутсько-Буковинського підняття, на Орів-Роздольському - відмітки мінус 200 - 500 м, а в Підбузькій і Долинській депресіях занурюються відповідно до відміток мінус 4800 - мінус 3400 і мінус 4200 м.

Вивченість структур першого ярусу бурінням достатньо висока порівняно зі структурами другого і третього тектонічних ярусів (рис. 2.1 – 2.4).

На крайньому північному заході основними елементами, що утворюють структуру першого ярусу є Добромильська (1) та Старосамбірська (2) складки.

Добромильська складка (1) шириною 1,2 км простягається на 14,5 км і поперечними тектонічними порушеннями розбита на Сушицький, Стрільбицький та Старосільський блоки, з вертикальною амплітудою зміщення близько 400 м. В свою чергу Старосільський блок поперечним скидо-зсувом розбитий на дві частини. Складка має збережену лише північно-західну частину, де простежується її склепіння, південно-західне крило та північно-західна перикліналь. Інша частина складки зруйнована насувом.

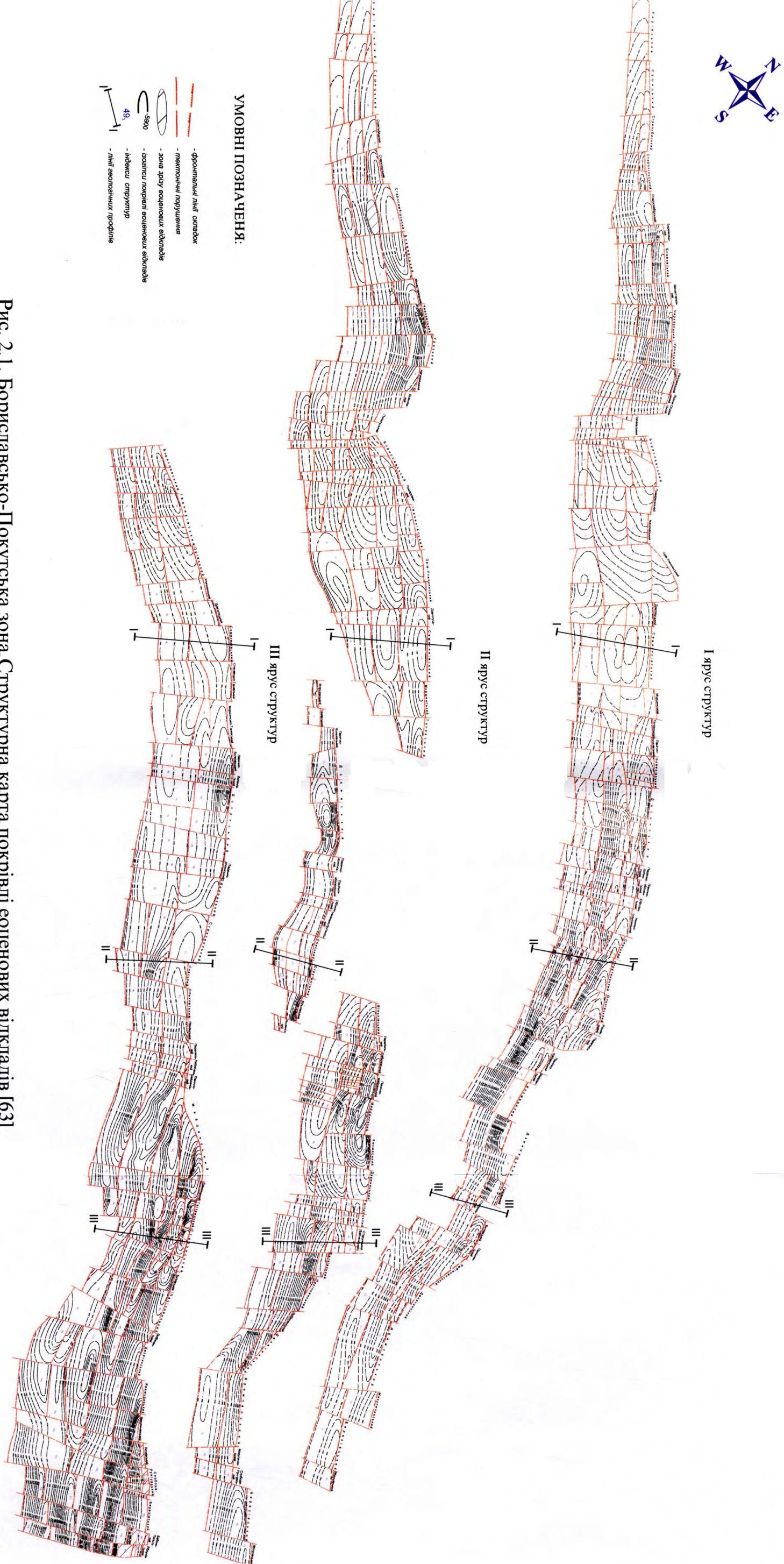


Рис. 2.1. Бориславсько-Покутська зона. Структурна карта покрівлі еоценових відкладів [63]

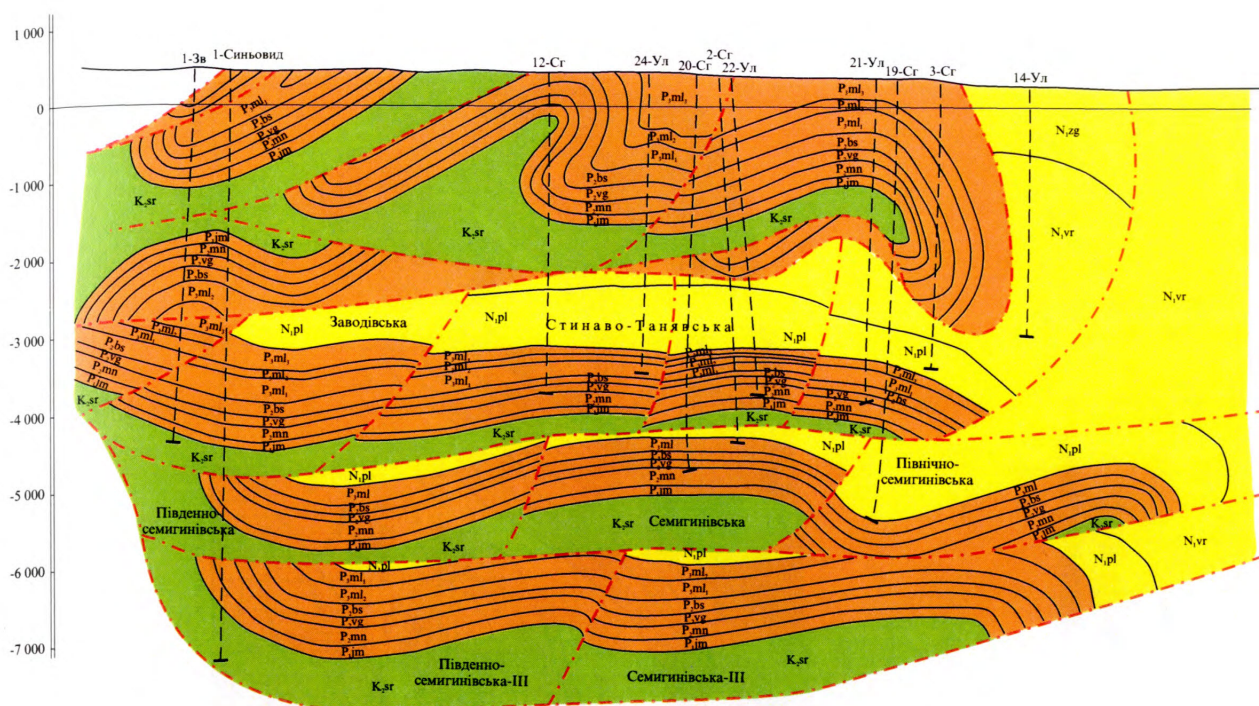


Рис. 2.2. Бориславський нафтопромисловий район.
Геологічний профіль по лінії I-I [63].

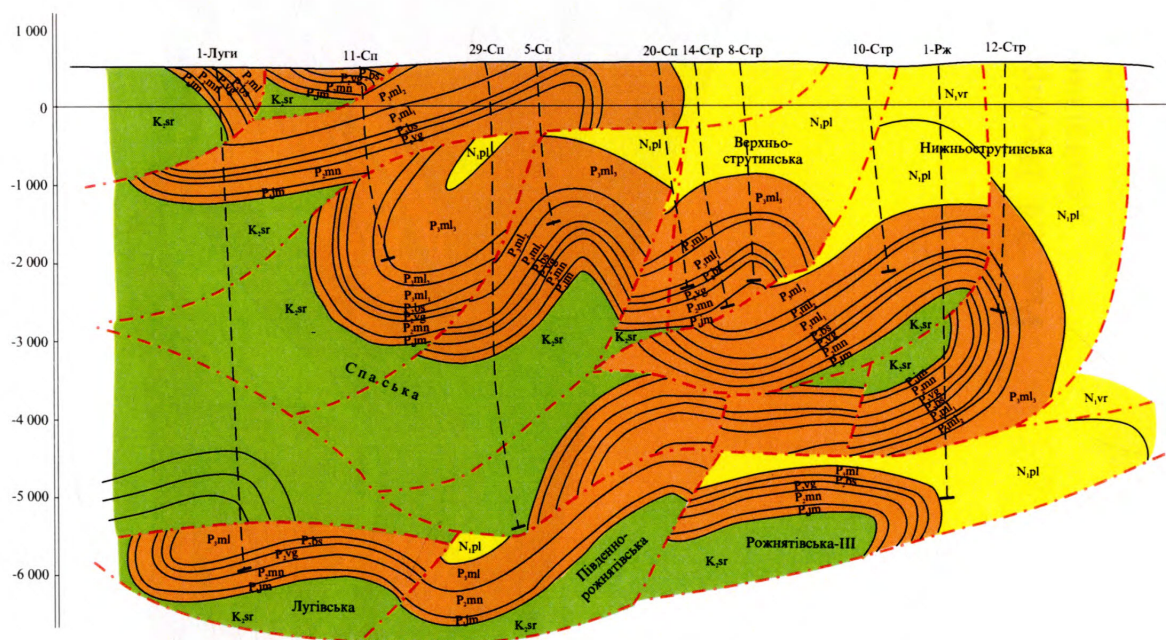


Рис. 2.3. Долинський нафтопромисловий район.
Геологічний профіль по лінії II-II [63].

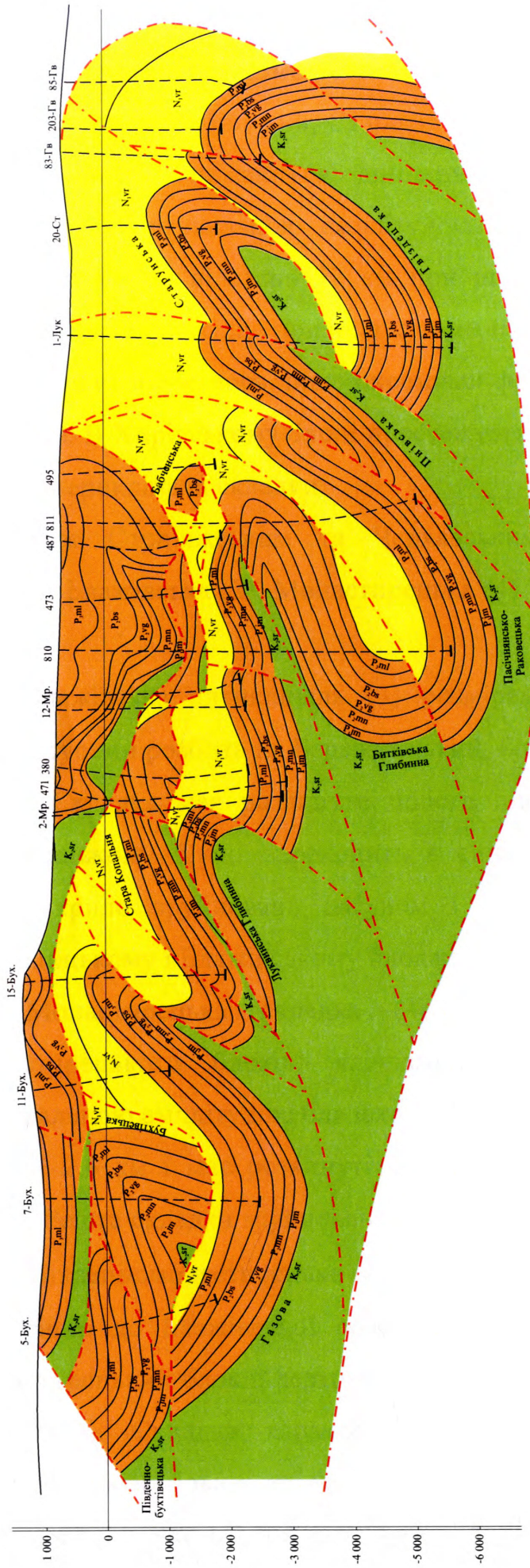


Рис. 2.4. Надвірнянський нафтопромисловий район.
Геологічний профіль по лінії III-III [63].

В будові Старосамбірської складки (2) виділяють Хирівський, Сушицький, Стрільбицький, Старосільський та Старосамбірський блоки, які ступінчасто піднімаються один відносно одного в південно-східному напрямку з вертикальною амплітудою зміщення 400-800 м. Складка простягається на відстань 32 км при ширині 5,4 км і має розвинуте полого південно-західне крило, з кутами падіння порід 20-25⁰. Північно-східне крило збереглось лише окремими фрагментами, затиснутими між насувами. В Хирівському блоці простежується добре розвинута північно-західна перикліналь складки.

Між Стрв'яжським та Черхавським поперечними розломами виділені Блажівська (3), Монастирецька (4) і Південномонастирецька (5) складки.

Блажівська антикліналь (3) розмірами 11×2,6 км поперечними скидо-зсувами розбита на Бережницький, Блажівський і Монастирецький блоки. Складка має розвинуте полого південно-західне крило, яке в Бережницькому блоці переходить в синклінальний прогин. Північно-східне крило зруйноване насувом і збереглось лише частково в Бережницькому і Блажівському блоках.

Монастирецька складка (4) складається з Блажівського і Монастирецького блоків, які зміщені один відносно одного з вертикальною амплітудою близько 200 м. Вона простягається на 8 км при ширині 2,6 км і має розвинуті склепінну частину та південно-західне крило. Решта складки зруйнована насувом.

Південномонастирецька складка (5) має розміри 11×2,6 км і аналогічно до Блажівської розбита на Бережницький, Блажівський і Монастирецький блоки, вертикальна амплітуда зміщення яких становить 400-600 м. Складка характеризується добре збереженою формою. Простежується тільки добре виражена склепінна частина та південно-західне крило, яке в Бережницькому блоці переходить в синклінальний

прогин. Північно-східне крило збереглося лише окремими фрагментами, затиснутими між насувами.

Далі по простяганню першого ярусу в південно-східному напрямку, за Черхавським розломом передове положення займають Нагуєвицько-Ясеницька (6), Опаківська (7) і Смільнянська (8) складки. Вони розбиті на Черхавський, Урозький, Нагуєвицький, Ясеницький та Опаківський блоки, які зміщені один відносно одного з вертикальною амплітудою 150-800 м. По Ступнянському та Опаківському поперечних скидо-зсувах Нагуєвицький, Ясеницький та Опаківський блоки висунуті на північний схід на віддаль 1,0-3,5 км.

Нагуєвицько-Ясеницька складка (6) є перекинутою антикліналлю, південно-західне крило якої добре розвинуте і залягає під кутом $30-35^{\circ}$. Північно-східне крило круте, коротке і зрізане насувом. Складка має розміри $14,5 \times 4,6$ км.

Опаківська складка (7) простягається на відстань 15 км при ширині 2,4 км і має збережене тільки південно-західне крило, яке залягає під кутом $25-35^{\circ}$. Решта складки зрізана насувом.

Смільнянська складка (8) розмірами $15,5 \times 2,9$ км за геологічною будовою аналогічна до будови Опаківської складки.

Між Опаківським та Раточинським поперечними скидо-зсувами знаходиться Попельський блок, в якому виділяють Попельську (9) і Південнопопельську (10) складки, які затиснуті між висунутими вперед Опаківським та Бориславським блоками. Складки простягаються на 3 км, при ширині 2,5-3 км та розбиті поперечними тектонічними порушеннями локального характеру на декілька блоків. Вони мають досить складну геологічну будову і є лише частиною південно-західного крила.

За Раточинським поперечним порушенням розташовані Борилавська (11), Південнобориславська (12) та Урицька (13) складки, які Трускавецьким і Клодницьким розломами розбиті на Бориславський,

Помярківський та Іваніківський блоки. Вертикальна амплітуда зміщення блоків по площині розриву складає 200-800 м.

Бориславська складка (11) має розвинуте південно-західне крило, яке залягає під кутом $15-22^0$ та простягається на відстань понад 14 км, маючи ширину 3,6 км. Північно-східне крило складки підвернуте, слабо розвинуте і зрізане насувом. Складка має вигляд пластини, насунутої на нижчележачі тектонічні елементи [64].

Південнобориславська складка (12) має розвинуте полого (з кутами падіння $15-20^0$) південно-західне крило і яскраво виражену південно-східну перикліналь. В Помярківському блоці спостерігається зона зрізу еоценових відкладів. Розміри складки становлять $14,0 \times 5,3$ км.

Урицька складка (13) простягається на 13,5 км при ширині 2,5 км і її будова аналогічна будові Південнобориславської складки.

Деякі дослідники [63] в Бориславському блоці виділяють Східницьку складку (13а) розмірами $6,0 \times 1,5$ км, яка локальним тектонічним порушенням розбита на два блоки. Це є частина південно-західного крила, породи якого падають під кутом $20-25^0$.

Далі по простяганню першого ярусу за Іваніківським розломом простежуються Орів-Уличнянська (14) і Заводівська (15) складки.

Орів-Уличнянська складка (14) є безпосереднім продовженням Бориславської і по Іваніківському та Локачівському розломах висунута на північний схід відносно неї. Вона має розміри $10,0 \times 8,0$ км, складається лише з одного (одноіменного) блоку, який поздовжнім тектонічним порушенням розбитий на дві частини і є периклінальною частиною складки.

Заводівська складка (15) є вузькою антикліналлю складної геологічної будови. Поперечними тектонічними порушеннями вона розбита на Орів-Уличнянський, Довголуцький, Семигинівський і Моршинський блоки, вертикальна амплітуда зміщення яких по площині

розлому складає 200-400 м. Південно-західне крило складки полого ($20-25^{\circ}$) і переходить в синклінальний прогин. В її центральній частині (Семигинівський блок) простежується фрагмент північно-східного крила. Розміри складки становлять $20 \times 4,5$ км.

За Локачівським розломом на продовженні Орів-Уличнянської складки розвинута Стинавсько-Танявська складка (16), в будові якої виділяють Довголуцький, Семигинівський і Моршинський блоки. Складка характеризується майже горизонтальним заляганням порід південно-західного крила ($12-16^{\circ}$). Місцями вона переходить в перевернуту, пірнаючу, при цьому південно-західне крило на окремих ділянках має похиле північно-східне падіння. Складка має розвинуте підвернуте крило і простягається на 16 км, при ширині 5 км.

Далі по простяганню на південний схід від Сушицького і Сукільського поперечних розривів будова першого ярусу структур змінюється.

Між Сукільським і Турянським скидо-зсувами розвинуті Північнодолинська (17) та Долинська (18) складки, які лежать безпосередньо на продовженні Стинавсько-Танявської, а також складка Витвицька Глибинна (19).

Північнодолинська складка (17) поперечними тектонічними порушеннями розбита на Танявський, Північноболахівський, Болахівський, Долинський і Південнодолинський блоки, вертикальна амплітуда зміщення яких один відносно одного складає 400-800 м. В Долинському блоці знаходиться склепінна частина складки, яка поперечними і поздовжніми скидо-зсувами та насувами локального характеру розбита на декілька блоків. Вона має розвинуте полого південно-західне крило, яке в Долинському та Південнодолинському блоках переходить в синклінальний прогин та підвернуте північно-східне крило. Розміри складки складають $21,5 \times 4,1$ км.

Долинська складка (18) поперечними тектонічними порушеннями розбита на Північноболахівський, Болахівський, Долинський і Південнодолинський блоки. Складка має розвинуте полого південно-західне крило і коротке круте північно-східне. Її склепінна частина, яка знаходиться в Долинському блоці, сильно подрібнена локальними тектонічними порушеннями. Розміри складки 19,0×4,1 км.

Витвицька Глибинна складка (19) простягається на 21,5 км при ширині 4,6 км. Тектонічними порушеннями у вигляді скидо-зсувів розбита на Танявський, Північноболахівський, Болахівський, Долинський і Південнодолинський блоки з вертикальною амплітудою зміщення близько 200 м. В Долинському блоці, який розбитий на більш дрібні блоки спостерігається ступінчасте занурення останніх в бік Турянського розлому. Складка має складну геологічну будову. Однак, непогано простежується її склепінна частина, добре розвинуте полого південно-західне крило, яке переходить в синклінальний прогин. Північно-східне крило - круте і зрізане насувом.

В південно-східній частині прогину, за Турянським розломом розвинуті Нижньоострутинська (20), Оболонська (21), Верхньоострутинська (22) і Спаська (23) складки.

Нижньоострутинська складка (20) має розміри 21,5×4,3 км і характеризується складною тектонічною будовою. Значна її частина (північно-східна половина) зруйнована в результаті дії тектонічних сил. В тій частині складки, що збереглась спостерігається склепінна частина і добре розвинуте південно-західне крило. Складка тектонічними порушеннями розбита на Північнооболонський, Оболонський, Нижньоострутинський, Спаський, Струтинський, Вільхівський і Ріпнянський блоки, які зміщені один відносно одного з вертикальною амплітудою 400-800 м. Як і Північнодолинська, ця складка має розвинуте підвернуте північно-східне крило.

Оболонська складка (21) характеризується складною будовою і при порівняно невеликих лінійних розмірах ($10,5 \times 1,8$ км), розбита на Північнооболонський, Оболонський, Нижньострутинський і Спаський блоки. В кожному з блоків, які зміщені один відносно одного з вертикальною амплітудою близько 200 м, спостерігається зміна напрямку падіння еоценових відкладів. Складка має розвинуте полого південно-західне крило, яке залягає під кутами $35-40^0$. Північно-східне крило зрізане насувом.

Верхньострутинська складка (22) поперечними тектонічними порушеннями розбита на Північнооболонський, Оболонський, Нижньострутинський, Спаський, Струтинський і Вільхівський блоки та характеризується непогано збереженою формою. У неї простежується склепінна частина і розвинуте південно-західне полого крило. Північно-східне - круте, зрізане насувом і збереглося лише окремими фрагментами. Розміри складки - $18,5 \times 2,5$ км.

Спаська складка (23) складається з Північнооболонського, Оболонського, Нижньострутинського, Спаського, Струтинського і Вільхівського блоків, для яких характерна порушеність диз'юнктивами локального характеру. Складка простягається на 18 км при ширині 4,2 км і має розвинуте полого південно-західне крило, яке переходить в синклінальний прогин. Північно-східне крило круте, коротке і зрізане насувом.

За Лімницьким розломом будова першого ярусу структур знову змінюється і передове положення тут займає Сливкінська складка (24). Вона регіональними поперечними порушеннями розбита на Ріпнянський, Перегінський, Північномайданський, Майданський, Космацький і Дзвиняцький блоки, які серією локальних тектонічних порушень розбиті на більш дрібні частини. Вертикальна амплітуда зміщення блоків складає 500-1000 м. Складка має розвинуту склепінну частину і полого південно-

західне крило, яке в Перегінському і Північномайданському блоках переходить в синклінальний прогин. Північно-східне крило круте, коротке і зрізане насувом. В Майданському і Космацькому блоках спостерігається зона зрізу еоценових відкладів. Розміри складки становлять 22,5×9,3 км.

За Манявським розломом будова першого ярусу знову змінюється. Тут поширені брахіантиклінальні складки, серед яких чільне місце займають Бухтівецька (25) і Південнобухтівецька (26) антикліналі, які поперечними тектонічними порушеннями розбиті на Гвіздецький, Старунський, Битківський і Пасічнянський блоки з вертикальною амплітудою зміщення 400-800 м.

Бухтівецька складка (25) має розвинуті склепінну частину, полого південно-західне і круте північно-східне крила. Розміри складки становлять 12×5,5 км.

Південнобухтівецька (26) антикліналь має розвинуте південно-західне крило, яке в Пасічнянському блоці переходить в синклінальний прогин. Її склепінна частина частково збережена в Гвіздецькому і Старунському блоках, а північно-східне крило повністю зрізане насувом. Розміри складки 12×3,1 км.

Далі на південний схід, по простяганню першого ярусу, спостерігаються Довбушанська (27), Бистрицька (28) і Південнобистрицька (29) складки. Починаючи зі Страгорського розлому спостерігається ступінчасте зміщення блоків на південний захід на відстань близько 0,7-1,0 км.

Довбушанська складка (27) поперечним скидо-зсувом розбита на Любіжнянський і Делятинський блоки. В свою чергу Делятинський блок ускладнений поперечним тектонічним порушенням. Складка має розвинуте південно-західне крило і лише частково збережене північно-східне. Її розміри складають 13,0×3,8 км.

Бистрицька складка (28) має розміри $13 \times 1,5$ км і її будова аналогічна до Довбушанської.

Південнобистрицька складка (29) поперечними порушеннями розбита на Любіжнянський і Делятинський блоки. В Любіжнянському блоці, який поздовжнім скидом розбитий на дві частини, спостерігається зміна напрямку падіння еоценових відкладів з північного заходу на південний захід. Складка має розвинуте південно-західне крило, яке переходить в синклінальний прогин. Північно-східне крило зрізане насувом. Розміри складки становлять $12,5 \times 4,4$ км.

Наступними елементами будови першого ярусу, які розвинуті за Прутським розломом є Кременецька (30) і Південнокременецька (31) складки, що складаються з Делятинського і Микуличинського блоків.

Кременецька складка (30) простягається на 14 км при ширині 3,9 км і характеризується добре збереженою формою. Вона має чітко виражену склепінну частину і розвинуті південно-західне полого та північно-східне круте крила.

Південнокременецька складка (31) має розвинуте полого південно-західне крило, яке переходить в синклінальний прогин. Північно-східне крило зрізане насувом і збереглось лише частково в Делятинському блоці. Розміри складки $14,0 \times 3,3$ км.

На крайньому південному сході першого ярусу розташована Пигівська складка (32), яка складається з Березівського і Яблунівського блоків. Складка, розмірами $9 \times 4,2$ км, має збережену склепінну частину, полого південно-західне крило, яке переходить в синклінальний прогин і коротке, зрізане насувом північно-східне.

Таким чином, аналізуючи вищенаведене бачимо, що складки, які формують сучасну структуру першого тектонічного ярусу Бориславсько-Покутської зони відзначаються складною тектонічною будовою, яка

виражена у їх асиметричності та диз'юнктивній порушеності і в цілому характеризуються наступним:

1. В Бориславському нафтогазопромисловому районі до Опаківського розлому розвинуті складки переважно однорідні за мірою збереженості, серед яких відмічаються структури, в будові яких простежуються як всі структурні елементи, так і структури зі зрізаними периклінальними частинами. Винятком є Добромильська складка, яка більш зруйнована і частково перекрита насувом Старосамбірської та Блажівської складок.

2. За Раточинським розломом розвинута серія сильно порушених складок, в яких збереглися лише південно-східні перикліналі.

3. Долинський нафтогазопромисловий район і частина Надвірнянського (до Манявського розлому) характеризуються розвитком добре збережених структур, в будові яких виділяється склепінна частина, крила та перикліналі. Деякі структури цього району характеризуються наявністю підвернутих крил (Стинаво-Танявська, Північнодолинська, Нижньоструктинська).

3. Між Манявським і Прутським розломами розвинуті переважно брахіформні складки, які характеризуються різною мірою збереженості. Чолові складки мають зрізані периклінальні частини, а в складках північно-західної лінії збережені лише південно-західні крила або південно-східні перикліналі.

2.2. Структурно-тектонічна будова другого ярусу складок

Другий структурний ярус довжиною 235 км при ширині від 2 до 15 км поширюється майже на всю Бориславсько-Покутську зону. Його виклинювання в південно-східній частині зони проходить в межах Покутсько-Буковинського підняття, де розвинута складка Плоска. В

будові другого ярусу виділяється 44 антиклінальні складки, що групуються в лінії, число яких змінюється від 1 до 5. Амплітуда насуву другого ярусу на третій (для північно-західної частини) змінюється від 0,1 до 34 км, загалом зменшуючись з північного заходу на південний схід. Особливістю тектонічної будови другого ярусу є те, що в центральній частині спостерігається перевернуте залягання пластів (підвернуті крила Стинавсько-Танявської, Північнодолинської і Нижньострутинської лежачих складок). Перебудова структурного плану з прямого на обернений відбувається також в Моршинському, Вільхівському і Ріпнянському (Перегінському) блоках.

Абсолютні відмітки покрівлі еоценових відкладів другого ярусу структур змінюються в широкому діапазоні від плюс 400-500 м в районі Майдан-Івано-Франківського і Покутсько-Буковинського піднять до мінус 4743 м в межах Делятинської депресії. Ундуляція шарнірів крайніх північно-східних складок в загальних рисах відображає будову структур третього ярусу та доальпійського фундаменту.

На крайньому північному заході покрівля еоцену зафіксована на відмітці мінус 5600 м (Хирівський блок) та поступово піднімається у південно-східному напрямку до відмітки мінус 1300 м (Урозький блок), після чого спостерігається її занурення окремими флуктуаціями в районі Бориславського блоку до відмітки мінус 4500 м в Моршинському блоці. Міжгірська складка (Самбірська зона) і складка Якубівська-III, третього ярусу відобразились в будові другого ярусу підняттям шарніру підвернутого крила Північнодолинської складки до відмітки мінус 3400 м. Далі спостерігається занурення до відмітки мінус 4600 м в Північнооболонському блоці, після чого починається поступове піднімання шарніру до максимальної відмітки плюс 400 м в Північномайданському блоці. В напрямку до Делятинської депресії

відбувається повторне занурення шарніру до відмітки мінус 4600 м (Микуличинський блок), після чого має місце його підняття в бік Покутсько-Буковинського підняття, де складки другого ярусу виходять на денну поверхню.

Ступінь вивченості складок другого ярусу бурінням достатньо висока, за виключенням крайньої північно-західної частини району.

Крайнє північно-західне положення у другому ярусі структур займають Північноблажівська (33), Стрільбицька (34) і Сушицька (35) антиклінальні складки.

Північноблажівська складка (33) має розміри 33×3,2 км. Поперечними скидо-зсувами розбита на Хирівський, Сушицький, Стрільбицький, Старосільський, Старосамбірський і Блажівський блоки, які ступінчасто піднімаються по порушеннях один відносно одного з вертикальною амплітудою зміщення 400-1000 м і тільки Блажівський опускається з амплітудою 800 м. Вона має непогано збережену форму. Добре спостерігається склепінна частина, розвинуте полого південно-західне крило і частина північно-західної перикліналі. Північно-східне крило - круте, зрізане насувом і збереглось лише частково в Старосільському, Старосамбірському і Блажівському блоках.

Стрільбицька складка (34) розмірами 25×2,1 км складається з Хирівського, Сушицького, Стрільбицького, Старосільського блоків, які зміщені з вертикальною амплітудою 400-600 м. Вона має розвинуту північно-західну перикліналь і частину пологого південно-західного крила. Решта складки зруйнована насувом.

Сушицька складка (35) простягається на 25 км при ширині 2,1 км і розбита на Хирівський, Сушицький, Стрільбицький і Старосільський блоки, вертикальна амплітуда зміщення яких 200-400 м. Складка має розвинуте полого південно-західне крило і виражену північно-західну перикліналь.

Далі по простяганню другого ярусу за розломом розвинуті Старосамбірська-II (36) і Південномонастирецька-II (37) складки.

Складка Старосамбірська-II (36) розбита на Старосамбірський (опущений) і Блажівський (припіднятий) блоки та має розміри 13×3,3 км. Складка має частково збережену форму: добре простежується лише південно-західне крило, яке в Старосамбірському блоці переходить в синклінальний прогин. В Старосамбірському блоці спостерігається також зона зрізу еоценових відкладів.

Складка Південномонастирецька-II (37) має розміри 13,5×2 км та складається з Старосамбірського і Блажівського блоків. Складка є вузькою антикліналлю, яка має добре збережену склепінну частину і розвинуте південно-західне крило, яке в Блажівському блоці переходить в синклінальний прогин. Спостерігаються виражені периклінальні частини. Північно-східне крило - круте, коротке і зрізане насупом.

Перед Черхавським розломом беруть свій початок Нагуєвицько-Ясеницька-II (38), Опаківська-II (39) і Бистрицька (40) складки, які розбиті на Монастирецький, Черхавський, Урозький, Нагуєвицький і Ясеницький блоки. Монастирецький, Черхавський і Урозький блоки ступінчасто зміщуються на північний схід на відстань приблизно 0,5 км. Нагуєвицький блок зміщується на південний захід на 0,7 км по відношенню до Урозького, а Ясеницький на 1 км по відношенню до Нагуєвицького. На південному сході складки обмежені Опаківським розломом.

Складка Нагуєвицько-Ясеницька-II (38) є вузькою антикліналлю, яка має вигнуту на південний схід форму. Спостерігається добре збережена склепінна частина, виражена північно-західна перикліналь та розвинуте південно-західне крило. Північно-східне крило - круте і добре простежується в Черхавському і Нагуєвицькому блоках. В Нагуєвицькому та Ясеницькому блоках змінюється напрямок падіння

порід на південно-західному крилі з заходу на північний захід. Складка простягається на 18 км при ширині 4,2 км.

Складка Опаківська-II (39) має розміри 17×4,2 км і характеризується досить зруйнованою формою. Вона представлена лише розвинутим пологим південно-західним крилом, тоді як решта складки зрізана насувом. В Монастирецькому і Черхавському блоках спостерігаються зони зрізу еоценових відкладів. Вертикальна амплітуда зміщення блоків складає 400-800 м, а горизонтальна 0,5-1,3 км.

Бистрицька складка (40) розмірами 17×5,3 км має збережене полого південно-західне крило, яке переходить в синклінальний прогин. Склепіння, північно-східне крило та периклінальні частини зруйновані насувом.

Між Ступнянським і Раточинським поперечними порушеннями на крайній лінії розташовані Гутівська (41) і Старокропивницька (42) складки.

Гутівська (41) складка поперечними тектонічними порушеннями розбита на Нагуєвицький, Ясеницький і Попельський блоки та простягається на 11 км при ширині 2,8 км, утворюючи тим самим четверту лінію. Складка має добре збережену форму: розвинуте полого південно-західне крило, виражені склепінну та периклінальну частини. Північно-східне крило частково зрізане насувом, а південно-східна перикліналь ускладнена локальним тектонічним порушенням.

Старокропивницька складка (42) складається з Ясеницького і Попельського блоків та входить у п'яту лінію. Вона простягається на 6,5 км при ширині 2,6 км і має збережену форму тільки в північно-західній її частині. Простежується північно-західна перикліналь, частина південно-західного пологого крила і склепінної частини. В блоках збереглась частина північно-східного крила, яке зрізане насувом.

Між Опаківським і Раточинським поперечними скидо-зсувами в межах Попельського блоку розташовані складки Попельська-II (43) і Південнопопельська (44). Розміри складок становлять 3,5-4×3-3,5 км.

Складка Попельська-II (43) поперечними порушеннями меншого порядку розсічена на три блоки, які ступінчасто занурюються на південний захід один відносно другого з вертикальною амплітудою зміщення близько 200 м. Складка погано збереглась: частково простежується лише пологі південно-західне крило і склепінна частина. В центральному блоці збереглась також частина північно-східного крила. Решта складки зруйнована.

Південнопопельська складка (44) сильно зруйнована і представлена лише частиною склепіння і південно-західного крила.

За Раточинським розломом, далі по простяганню другого ярусу передове місце займають Бориславський піднасув (45), Південноіваниківська (48), Масловецька (49), Новосхідницька (50) і Кропивницька (51) складки.

Бориславський піднасув (45) є південно-західним крилом складки протяжністю близько 6,5 км, яке розміщене в межах Бориславського блоку і розбите поперечними скидо-зсувами на чотири частини.

Складки Південноіваниківська, Масловецька та Новосхідницька обмежені Раточинським і Іваниківським розломами, а Трускавецьким і Клодницьким розбиті на Бориславський, Помярківський та Іваниківський блоки, вертикальна амплітуда зміщення яких становить 200-800 м.

Південноіваниківська складка (48) в Бориславському блоці, який трьома поперечними локальними порушеннями розбитий на три частини, характеризується південно-західним напрямком падіння порід на відміну від інших блоків, де породи падають на захід. Складка простягається на 15 км при ширині 5 км і загалом має непогано збережену форму. Спостерігається склепінна частина в Помярківському і Іваниківському

блоках, добре розвинуте також південно-західне крило, тоді як північно-східне - зрізане насувом.

Масловецька складка (49) є вузькою антикліналлю, яка характеризується непогано збереженою формою. Добре спостерігається склепіння складки, яке порушено двома скидо-зсувами, розвинуте південно-західне крило, тоді як північно-східне - зрізане насувом. Складка простягається на 12,5 км при ширині 3 км.

Новосхідницька складка (50) простягається на 12,5 км при ширині 2,6 км і характеризується погано збереженою формою (спостерігається лише її південно-східна частина). Простежується частина склепіння, добре розвинуте південно-західне крило, розвинута південно-східна перикліналь. Частково, в Помярковському блоці, збереглось північно-східне крило.

Кропивницька складка (51) входить до складу п'ятої лінії і складається з Бориславського і Помярківського блоків. Складка дуже погано збереглась і спостерігається лише частина південно-західного крила та фрагмент південно-східної перикліналі. Її розміри складають 9×2 км.

В деякій мірі продовженням Бориславського піднасуву за Трускавецьким розломом виступають Станільська (46) та Іваніківська (47) складки.

Станільська складка (46) складається з Помярківського, Іваніківського і Орів-Уличнянського блоків. В свою чергу Іваніківський блок локальними поперечними порушеннями розбитий на дві частини. Складка простягається на 13 км при ширині 3,0 км і має добре збережену форму. Простежується склепінна частина, розвинуте південно-західне полого крило і периклінальні частини. Північно-східне крило круте, коротке і зрізане насувом.

Іваниківська складка (47) складається з Помярківського, Іваниківського і Орів-Уличнянського блоків і простягається на 22 км при ширині 3,4 км. Орів-Уличнянський блок розбитий тектонічним порушенням на дві частини з амплітудою зміщення 600 м. Складка має непогано збережену форму в її південно-східній половині, де спостерігається добре розвинуте південно-західне крило, склепінна частина і північно-західна перикліналь. Північно-східне крило коротке і зрізане насувом.

Сильно висунутою на південний захід є Заводівська складка (53) - вузька антикліналь вигнутої форми, південно-західне крило якої переходить в синклінальний прогин. Складка розбита на Іваниківський, Орів-Уличнянський та Довголуцький блоки, вертикальна амплітуда зміщення яких складає близько 200 м. Її розміри складають 12,8×4,6 км.

За Локачівським розломом по простяганню другого ярусу чільне місце займають Північносемигинівська (54), Семигинівська (55) і Південносемигинівська (56) складки.

Північносемигинівська (54) складка має розміри 13,5×3,8 км і розбита поперечними скидо-зсувами на Орів-Уличнянський, Довголуцький і Семигинівський блоки, з вертикальною амплітудою зміщення близько 200-600 м. Складка має чітко виражену антиклінальну форму: простежується розвинуте полого південно-західне крило, яке переходить в синклінальний прогин і виражена північно-західна перикліналь.

Семигинівська складка (55) складається з двох блоків: Довголуцького та Семигинівського і простягається на 9,5 км при ширині 3,9 км. Складка характеризується непогано збереженою формою: простежуються склепінна частина, розвинуте полого південно-західне крило і круте, коротке, зрізане насувом північно-східне.

Південносемигинівська складка (56) розбита на Довголуцький і Семигинівський блоки та характеризується погано збереженою формою (спостерігається тільки її південно-східна половина). Добре простежується частина склепіння і південно-західного пологого крила, яке в Семигинівському блоці переходить в синклінальний прогин; збереглась частина північно-східного крила. Складка простягається на 8,5 км при ширині 3,5 км.

Якубівська складка (57) є продовженням Північносемигинівської, складається з Моршинського і Танявського блоків та характеризується складною будовою: простежується її склепінна частина, полого південно-західне крило, яке в Танявському блоці переходить в синклінальний прогин. В цьому ж блоці змінюється напрямок падіння порід з північного сходу на північний захід. Північно-східне крило зрізане насувом. Складка має розміри 9,8×4,0 км.

Продовженням Семигинівської і Південносемигинівської складок виступає Янківська (58), яка складається всього лише з одного Моршинського блоку. Вона характеризується погано збереженою формою: у неї простежується лише частина склепіння та південно-західного крила, яке переходить в глибоку синкліналь.

Наступними елементами будови другого ярусу структур є підвернуті крила Стинавсько-Танявської (59), Північнодолинської (60) і Нижньострутинської (61) складок, які деякими дослідниками виділяються в окремий четвертий ярус.

Підвернуте крило Стинавсько-Танявської складки (59) простягається на 3,5 км і по простяганню обмежується Моршинським і Сушицьким поперечними розломами. В його північно-західній частині спостерігається зона зрізу еоценових відкладів.

Підвернуте крило Північнодолинської складки (60) простягається на 21,5 км і розбито поперечними тектонічними порушеннями на

Танявський, Північноболахівський, Долинський і Північнодолинський блоки. Долинський блок в свою чергу локальними тектонічними порушеннями подрібнений на чотири складові. Крило характеризується складною тектонічною будовою і має вигляд відокремленої антиклінальної складки. В Танявському і Північноболахівському блоках спостерігається моноклінальне падіння порід на південний захід під кутом близько 30° . Далі по простяганню в Долинському блоці спостерігається складчасте залягання порід і в третій частині Долинського блоку чітко вимальовується склепінна частина амплітудою до 700 м. В Південнодолинському блоці пласти порід занурюються на південний захід під кутом близько 75° .

За Турянським розломом простежується підвернуте крило Нижньострутинської складки (61), яке простягається на 21 км. Крило розбите поперечними тектонічними порушеннями на Північнооболонський, Оболонський, Нижньострутинський, Спаський, Струтинський, Вільхівський і Ріпнянський блоки, вертикальна амплітуда зміщення яких 200-800 м. Струтинський блок, в свою чергу, поперечним порушенням розбитий на дві частини. Крило характеризується нахиленим заляганням еоценових відкладів з кутами падіння $10-15^{\circ}$.

Далі по простяганню другого ярусу у Вільхівському та Перегінському блоках виділені Вільхівська (62) і Підлісівська (63) складки.

Вільхівська складка (62) збереглась лише частково і простежується лише її північно-західна половина. Вона має розвинуту північно-західну перикліналь, частину пологого південно-західного крила та крутого, зрізаного насувом північно-східного. В Перегінському блоці структура ускладнена порушена локальним скидо-зсувом.

Підлісівська складка (63), аналогічно до Вільхівської, має збережену лише північно-західну частину. Добре простежується

північно-західна перикліналь та південно-західне крило, яке в Перегінському блоці переходить у синклінальний прогин.

Далі по простяганню другого ярусу виділяються Майданська (64), Луквинська (65) і Богрівська (66) складки.

Майданська складка (64) поперечними тектонічними порушеннями розбита на Небилівський, Північномайданський, Майданський, Космацький і Дзвиняцький блоки, вертикальна амплітуда зміщення яких складає 200-1200 м. Складка характеризується добре збереженою формою і простягається на 20 км при ширині 3,3 км. Спостерігається її склепінна частина, полого південно-західне і круте, зрізане насувом північно-східне крила, розвинуті периклінальні частини. В Північномайданському, Майданському і Космацькому блоках в склепінній частині складки спостерігається зона зрізу еоценових відкладів.

Луквинська складка (65) поперечними тектонічними порушеннями розбита на Небилівський, Північномайданський, Майданський, Космацький і Дзвиняцький блоки, вертикальна амплітуда зміщення яких складає 600-1000 м. Складка характеризується добре збереженою формою. У неї спостерігається чітко виражена склепінна частина, розвинуте полого південно-західне крило, яке в Північномайданському блоці сильно порушено системою локальних порушень та круте північно-східне крило. Простежуються розвинуті периклінальні частини. Розміри складки 20×4,0 км.

Богрівська складка (66) складається з Небилівського, Північномайданського, Майданського, Космацького та Дзвиняцького блоків і має розміри 21×4,8 км. Вона в значній мірі характеризується збереженою формою: добре простежується виражена склепінна частина і південно-західне крило, які в Північномайданському і Майданському блоках сильно порушені локальними розривними порушеннями.

Південно-західне крило довге, полого, тоді як північно-східне – коротке, круте, зрізане насувом і частково збереглось лише в Майданському блоці. Складка має розвинуті також периклінальні частини.

За Манявським розломом, де розвинуті складки Бабченська (67), Молодьківська (68), Стара Копальня (69) і Газова (70), будова другого ярусу змінюється.

Бабченська (67) та Молодьківська (68) складки простягаються на 7 км і складаються з двох блоків: Гвіздецького та Старунського (Бабченського), які поперечними скидо-зсувами локального характеру розбиті на більш дрібні частини.

Бабченська (67) складка характеризується погано збереженою формою: в Гвіздецькому блоці спостерігається склепінна частина, ускладнена поперечним скидо-зсувом та простежується фрагмент крутого північно-східного крила; в Старунському (Бабченському) блоці - розвинуте південно-західне крило.

Молодьківська (68) складка аналогічно до Бабченської характеризується погано збереженою формою і представлена лише частиною південно-західного крила, тоді як решта її частина зруйнована насувом.

Складка Стара Копальня (69) виступає продовженням Луквинської і простягається на 19 км при ширині 4,5 км. Вона поперечними скидо-зсувами розбита на Гвіздецький, Старунський (Бабченський), Битківський і Пасічнянський блоки та має досить складну будову. У неї простежується добре розвинуте полого, ускладнене поздовжнім підкидом, південно-західне крило, тоді як північно-східне - зрізане насувом і у Битківському та Пасічнянському блоках зруйноване повністю. В Гвіздецькому, Старунському (Бабченському) та Битківському блоках спостерігається склепінна частина складки.

Складка Газова (70) простягається на 18 км при ширині 4,9 км і поперечними скидо-зсувами розбита на Гвіздецький, Старунський (Бабченський), Битківський і Пасічнянський блоки. Вона в деякій мірі зберегла свою форму: простежується склепінна частина, південно-західне полого крило, яке в Битківському і Пасічнянському блоках переходить в синклінальний прогин, північно-східне круте крило добре збереглось лише в Старунському (Бабченському) та частково в Пасічнянському блоках, в інших - зруйноване насувом.

Наступними елементами будови другого ярусу виступають Зеленецька (71) та Південнозеленецька (72) складки, які простягаються на 10 км і Страгорським розломом розбиті на Любіжнянський та Делятинський блоки. Зеленецька складка (71) характеризується погано збереженою формою і представлена лише пологим південно-західним крилом. Решта частина зруйнована насувом. Південнозеленецька складка (72) має будову подібну до Зеленецької, але південно-західне крило характеризується більшою шириною і переходить в глибоку синклінальну складку.

Далі по простяганню другого ярусу, за Прутським розломом змінюється орієнтація розташування блоків і тут розміщені Яблуницька та Південно-Яблуницька складки, які розбиті на Яремчанський, Микуличинський і Слобода-Рунгурський блоки.

Яблуницька складка (73) простягається на 13,5 км при ширині 2,3 км і характеризується частково збереженою формою. Вона має розвинуте полого південно-західне крило і круте, зрізане насувом північно-східне. В Микуличинському і Слобода-Рунгурському блоках спостерігається склепінна частина складки.

Південно-Яблуницька складка (74) на відміну від Яблуницької представлена лише добре розвинутим південно-західним крилом, яке переходить в синклінальний прогин. Її розміри становлять 14×3,9 км.

Крайнім елементом на південному сході в структурі другого ярусу є Чемигівська складка (75), яка розбита на Березівський і Яблунівський блоки. Вона має збережену тільки північно-західну половину, де простежується частина склепіння, широке південно-західне крило, яке в Березівському блоці переходить в синклінальний прогин та коротке, круте, зрізане насувом, північно-східне.

Таким чином, аналізуючи вищенаведене, можна зробити висновок, що складки другого тектонічного ярусу Бориславсько-Покутської зони відзначаються асиметричністю своєї будови та сильною диз'юнктивною порушеністю. При цьому північно-східні підвернуті крила, редуковані та зрізані на неоднаковій відстані від антиклінального перегину та порушені тектонічними порушеннями самої різної амплітуди. В цілому, по простяганню другого тектонічного ярусу, слід відмітити наступне:

1. Характерною особливістю будови Бориславського нафтогазопромислового району до Раточинського розлому включно є те, що чолові складки характеризуються доброю збереженістю своєї форми, а інші структури представлені тільки північно-західними перикліналями.

2. За Раточинським розломом, крім збережених за формою структур, спостерігаються структури зі зрізаними при насуванні периклінальними частинами. Виключенням є лише сильно зруйнована Кропивницька складка.

3. За Іванківським розломом спостерігаються складки, які характеризуються наявністю в їх будові лише склепінної або периклінальної частин.

4. У Надвірнянському нафтогазопромисловому районі, починаючи з Вільхівського блоку, спостерігається розвиток складок зі збереженими формами та складок зі зрізаними перикліналями.

5. За Любіжнянським розломом розвинуті структури із зрізаними периклінальними частинами, при цьому складки крайньої південно-

західної лінії мають збереженими тільки периклінальну частину або південно-західне крило.

2.3. Структурно-тектонічна будова третього ярусу складок

Третій ярус структур простежується від Раточинського розлому на північному заході до кордону України на південному сході і має загальну протяжність 110 км при ширині від 3 до 15 км. Всього у третьому ярусі виділено 35 антикліналей, що групуються в декілька ліній складок, кількість яких змінюється від 2 до 5-ти. По простяганню саме високе гіпсометричне положення третій ярус займає в районі Майдан-Івано-Франківського, Орів-Роздільського і Покутсько-Буковинського підняття (які розділені Долинською та Делятинською депресіями). Шарніри крайніх північно-східних складок третього ярусу в районі Орів-Роздольського підняття мають абсолютні відмітки мінус 3800-5200 м, Долинської депресії мінус 4000-5600 м, Майдан-Івано-Франківського підняття мінус 800-3000 м, Делятинської депресії мінус 2800-3600 м, а на Покутсько-Буковинському піднятті складки виходять на денну поверхню. Крайні південно-західні складки розташовуються нижче від північно-східних на 200-1800 м. Різна ступінь інтенсивності занурення структур третього ярусу на південний захід залежить від особливостей формування самих складок та їх дислокованості. В районі Гвіздецької та Пнівської, Пасічнянсько-Раковецької і Битківської Глибинної складок спостерігається частковий насув одних складок на інші.

Крайніми елементами на північному заході третього ярусу є складки Іваниківська-III (76), Східницька-III (77) і Кропивницька-III (78).

Складка Іваниківська-III (76) Трускавецьким, Клодницьким і Іваниківським поперечними порушеннями розбита на Бориславський

Іваниківський та Орівський блоки. Вона має розміри 18,5×4,5 км і в цілому характеризується збереженою формою. Тут простежується розвинуте південно-західне крило, добре виражена склепінна частина та перикліналі. Північно-східне крило коротке і зрізане насувом.

Складка Східницька-III (77), розмірами 17,5×4,1 км, аналогічно до Іваниківської-III складається з Бориславського, Іваниківського і Орівського блоків. Вона має розвинуте полого південно-західне крило і південно-східну перикліналь, частково спостерігається склепінна частина. Північно-східне крило зрізане насувом.

Складка Кропивницька-III (78) складається з Бориславського і Іваниківського блоків та простягається на 13,5 км при ширині 2,5 км. Блоки в свою чергу розбиті поперечними порушеннями на окремі частини, вертикальна амплітуда зміщення яких складає близько 600 м. Складка характеризується погано збереженою формою: у неї простежується частково збережене склепіння та південно-західне крило, яке переходить в синклінальний прогин і є більш укороченим в Іваниківському блоці.

Продовженням складки Іваниківська-III виступає складка Семигинівська-III (79), яка складається з Уличнянського, Довголуцького і Семигинівського блоків, має розміри 11,0×5,3 км та характеризується збереженою формою. У неї простежується склепінна частина, розвинуте широке південно-західне крило і коротке, зрізане насувом північно-східне.

Складка Південносемигинівська-III (80) розбита на Уличнянський, Довголуцький та Семигинівський блоки і має розміри 10,5×4,2 км. Вона представлена лише частиною південно-західного крила, яке переходить в синклінальний прогин.

Складка Північнотанявська-III (81) має розміри 5,0×3,7 км і складається з Стинавсько-Танявського блоку. Вона має розвинуте полого

південно-західне крило, виражену склепінну частину, простежується також круте північно-східне крило.

Бережницька (82) і Перчавська (83) складки поперечними тектонічними порушеннями розбиті на Стинавсько-Танявський і Моршинсько-Танявський блоки та простягаються на 10,5 км. Складки є вузькими антикліналями, які мають виражену склепінну частину, пологі південно-західні крила, які місцями переходять в синклінальний прогин, та круті і зрізані насувом північно-східні. В Моршинсько-Танявському блоці Бережницької складки спостерігається зміна орієнтації падіння порід з південного заходу на північний схід.

Між Моршинським та Сукільським розломами в межах Моршинсько-Танявського блоку спостерігається Нижньосмолянська (84) складка. Вона має розміри 6×5 км і поздовжнім тектонічним порушенням розбита на дві частини. Складка збереглась лише частково, вона має розвинуту північно-західну перикліналь, пологі південно-західне крило і круте північно-східне.

Продовженням Нижньосмолянської складки виступає Якубівська-III (85), яка затиснута між Сукільським і Турянським розломами. Складка розбита на Північноболахівський, Болахівський, Долинський і Північнодолинський блоки і має розміри 16,5×4,5 км. Вона характеризується добре збереженою формою: простежуються розвинуті північно-західна перикліналь, пологі південно-західне крило, яке в Північноболахівському і Болахівському блоках переходить в синклінальний прогин, коротке північно-східне крило.

За Сукільським розломом розвинута також Новоселицька складка (86). Вона сильно порушена тектонічними розривами і характеризується досить складною будовою. Її південно-західне крило переходить в глибоку синкліналь, північно-східне крило збереглося окремими

фрагментами в Долинському і Північнодолинському блоках. В Болехівському блоці частково збережена склепінна частина.

Далі по простяганню третього ярусу, за Турянським розломом простежуються складки Рожнятівська-III (87) і Південнорожнятівська (88).

Складка Рожнятівська-III (87) поперечними скидо-зсувами розбита на Оболонський, Струтинський, Спаський, Вільхівський і Ріпнянський блоки, вертикальна амплітуда зміщення яких складає 200-600 м. Складка має розміри 21,5×5,1 км і характеризується досить складною будовою. Простежується лише її північно-західна частина, де збережені південно-західне і північно-східне крила та її склепінна частина.

Складка Південнорожнятівська (88) має розміри 18,5×6,2 км. Вона розбита на Оболонський, Струтинський і Спаський блоки та характеризується добре збереженою формою. Простежуються розвинуті північно-західна і південно-східна перикліналі та склепінна частина. Південно-західне крило складки переходить в синклінальний прогин, тоді як північно-східне - зрізане насувом.

Лугівська складка (89) розвинута за Чечвинським розломом і простягається на 9,5 км при ширині 3,2 км. Вона складається із Струтинського та Спаського блоків і характеризується складною будовою, оскільки збереглась лише частина південно-західного крила, яке переходить в синклінальний прогин.

За Лімницьким розломом, по простяганню третього ярусу розвинуті Космацька (91), Росільнянська (92) і Луквинська Глибинна (93) складки.

Космацька складка (91) розбита поперечними скидо-зсувами на Небилівський, Північномайданський, Майданський і Дзвиняцький блоки та має розміри 18×3,7 км. Це є лінійновитягнута антикліналь, яка має

добре розвинуті крила та периклінальні частини. Південно-західне крило довге і полого, північно-східне – круте, більш коротке і зрізане насувом.

Росільнянська складка (92) має будову аналогічну до Космацької, тільки південно-західне крило місцями переходить в синклінальний прогин. Розміри складки $20,5 \times 4,2$ км.

Луквинська Глибинна складка (93) має розміри $27,5 \times 4,2$ км і складається з Ріпнянського, Перегінського, Небилівського, Північномайданського, Майданського, Дзвиняцького і Гвіздецького блоків, які зміщені з вертикальною амплітудою 200-1000 м. Складка має добре збережену форму: простежуються розвинуті склепінна частина, південно-західне і північно-східне крила, в деякій мірі виражена південно-східна перикліналь. Південно-західне крило добре розвинуте, полого і місцями переходить в синклінальний прогин, північно-східне – зрізане насувом, а в деяких блоках зруйноване повністю.

Починаючи з Майданського блоку розвинута Дзвиняцька складка (90), яка тектонічними порушеннями розбита на Майданський і Дзвиняцький блоки. Вона має розміри $10 \times 3,3$ км і характеризується добре збереженою формою. Південно-західне крило полого і ускладнено локальним тектонічним порушенням типу скидо-зсув, північно-східне – зрізане насувом.

За Манявським регіональним скидо-зсувом будова третього ярусу знову змінюється і тут розвинуті вузькі, сильно дислоковані Гвіздецька (94), Старунська (95), Пнівська (96), Пасічнянсько-Раковецька (97) і Битківська Глибинна (98) складки.

Гвіздецька складка (94), розмірами $9,0 \times 1,7$ км є вузькою лінійновитягнутою антикліналлю, яка складається з Гвіздецького і Старунського блоків та характеризується складною будовою. Її склепінна частина порушена системою локальних скидів, південно-західне крило

пологе, північно-східне крило - круте, зрізане насупом і збереглося лише окремими фрагментами.

Старунська складка (95) є вузькою, лінійновитягнутою антикліналлю, яка поперечними тектонічними порушеннями розбита на Гвіздецький, Старунський, Битківський, Пасічнянський, Любіжнянський і Делятинський блоки. Вона має розміри 22×2 км і характеризується непогано збереженою формою. Простежується добре збережена склепінна частина, розвинуте полого південно-західне крило і південно-східна перикліналь.

Пнівська складка (96) поперечними тектонічними порушеннями розбита на Гвіздецький, Старунський, Битківський та Пасічнянський блоки і є вузькою антикліналлю розмірами $16,5 \times 2,2$ км. На відміну від Гвіздецької та Старунської Пнівська складка більш зруйнована насупом і має добре збережене лише південно-західне полого крило. Решта складки - зруйнована насупом.

Пасічнянсько-Раковецька складка (97) простягається на 17,5 км при ширині 3,6 км. Вона складається з Гвіздецького, Старунського, Битківського, Пасічнянського і Любіжнянського блоків та має складну будову. Простежується її склепінна частина, добре розвинуте південно-західне крило, яке переходить в синклінальний прогин, північно-східне крило збереглося лише частково.

Складка Битківська Глибинна (98) розбита на Гвіздецький, Старунський, Битківський, Пасічнянський, Любіжнянський і Делятинський блоки та має розміри $25,5 \times 5$ км. Вона характеризується складною будовою і має розвинуті склепінну частину та полого південно-західне крило. Північно-східне крило зрізане насупом. Спостерігається також південно-східна перикліналь, яка в Делятинському блоці порушена локальним тектонічним порушенням.

Південногвіздецька складка (99) виступає продовженням Гвіздецької і складається з Битківського, Пасічнянського та Любіжнянського блоків. Складка характеризується непогано збереженою формою в південно-східній частині і має розміри 10,5×3,4 км. У неї простежується довге, полого південно-західне крило, і круте, коротке, зрізане насувом північно-східне.

За Страгорським розломом продовженням Південногвіздецької складки виступає Чорнопотокська (101), яка складається з Делятинського, Яремчанського, Микуличинського, Лючківського, Слобода-Рунгурського, Березівського, Бабино-Пільського і Яблунівського блоків. Складка, розмірами 29×3,3 км, характеризується досить складною будовою. Починаючи з Березівського блоку спостерігається ступеневе зміщення окремих тектонічних блоків (Березівський, Бабино-Пільський і Яблунівський) в горизонтальному напрямку. Складка має добре розвинуте південно-західне полого крило, північно-східне - зрізане насувом і збереглося окремими фрагментами у Яремчанському та Слобода-Рунгурському блоках. Частково збережена також і склепінна частина. В Бабино-Пільському і Яблунівському блоках спостерігається зона зрізу еоценових відкладів.

Складка Слобода-Рунгурська (100) має розміри 7,0×3,1 км. Вона розбита на Лючківський, Слобода-Рунгурський і Березівський блоки та характеризується погано збереженою формою. У неї простежується лише південно-західне крило, тоді як решта складки зрізана насувом. В центральній частині спостерігається зона зрізу еоценових відкладів.

За Прутським розломом, по простяганню третього ярусу розвинута Північноделятинська складка (102), яка розбита на Яремчанський, Микуличинський та Лючківський блоки і має розміри 11,5×3,9 км. Складка має добре збережену південно-східну частину, де простежується добре розвинуте полого південно-західне крило і круте, зрізане насувом

північно-східне. В Яремчанському блоці спостерігається склепінна частина складки.

Делятинська складка (103) розвинута за Страгорським розломом і розбита на Делятинський, Яремчансько-Микуличинський та Лючківський блоки, які зміщені з вертикальною амплітудою 200-800 м. Складка добре збереглась і має добре виражену антиклінальну форму. Її південно-західне крило пологіе і добре розвинуте, північно-східне – круте і зрізане насувом. Розміри складки 16×4,1 км.

За Прутським розломом спостерігається також і Микуличинська складка (104), яка простягається на 13,5 км при ширині 8,2 км і складається з Яремчансько-Микуличинського, Лючківського та Слобода-Рунгурського блоків, вертикальна амплітуда зміщення яких близько 200 м. Складка має непогано збережену форму: спостерігається склепінна частина, яка в Яремчансько-Микуличинському блоці ускладнена поздовжнім підкидом та розвинуті південно-західне і північно-східне крила. Периклінальні частини складки зруйновані насувом.

В деякій мірі продовженням Північноделятинської виступає Північноберезівська складка (105). Вона має розміри 12×4,4 км і складається з Слобода-Рунгурського, Березівського, Бабино-Пільського та Яблунівського блоків, які ступінчасто зміщені по поперечних скидо-зсувах один відносно одного в горизонтальному напрямку. Складка має добре збережене південно-західне крило - довге і пологіе, в той час як північно-східне зрізане насувом. В Бабино-Пільському блоці спостерігається склепінна частина.

Починаючи з Березівського блоку, крайніми елементами на південному сході є Березівська (106), Бабино-Пільська (107) і Прутська складки (108). Вони простягаються на 9,5 км і поперечними скидо-зсувами розбиті на Березівський, Бабино-Пільський та Яблунівський блоки. По поперечних розломах блоки ступінчасто піднімаються один

відносно одного на відстань 0,5-1 км в горизонтальному напрямку. Ці складки характеризуються збереженою формою в північно-західній частині та подібні між собою за будовою. Простежуються склепінна частина, розвинуте довге, полого південно-західне крило і коротке, круте, зрізане насувом північно-східне.

Підсумовуючи вищенаведене можна зробити висновок, що основними структурно-морфологічними рисами будови складок третього тектонічного ярусу Бориславсько-Покутської зони є виразна лінійність, чітко виражена асиметричність та диз'юнктивна порушеність. В цілому для третього ярусу характерне наступне:

1. Переважний розвиток складок, які характеризуються збереженістю своєї форми, але на межі Бориславського та Долинського нафтогазопромислових районів зустрічаються дрібні складки порушеної будови, у яких збережений тільки якийсь один елемент. Ці структури розвинуті в районі вигинання III ярусу по Іванківському розлому.

2. В чолових складках, які розташовані за Майданським блоком та висунуті на північний схід, відмічається зрізання їх периклінальних частин.

3. Частковий насув одних складок на інші спотворює загальні закономірності будови ярусу, зокрема перекриття структур в районі Гвіздецької і Пнівської складок.

В цілому, структурно-тектонічна будова Бориславсько-Покутської зони характеризується наступним:

1. За морфологічними ознаками складки групуються в лінії антиклінальних структур, які об'єднуються загальним насувом, утворюють скиби. В загальній кількості виділено сім ліній складок (Спаська, Долинська, Бориславська, Битківська, Пнівська, Дзвиняцька, Рожнятівська), які являють собою ряд послідовно розташованих по простяганню структур, складених крейдово-палеогеновим флішем, що

перекривається неогеновими моласами, заключеними між поверхнями насувів.

2. Яруси складок утворюють лускувату структуру в розрізі з кулісоподібним розташуванням склепінь антиклінальних складок при практичній відсутності синклінальних перегинів.

3. У відкладах всіх ярусів по простяганню виділяються Старосільсько-Хідновицьке, Орів-Роздільське, Майдан-Івано-Франківське та Покутсько-Буковинське підняття, які розділені Підбузькою, Долинською та Делятинською депресіями.

4. У Бориславсько-Покутській зоні всі складки відокремлені між собою тектонічними насувами, в результаті чого їх північно-східні крила круті, часто підвернуті та ускладнені тектонічними порушеннями різної амплітуди та конфігурації.

5. Чітко виражені круті і підвернуті крила наявні лише в тих структурах, які при формуванні пересувались на значні відстані. Це зумовлено більшою їх амплітудою та більш значними внутрішніми дислокаціями у фронтальних частинах складок. Характерні вони тільки для більшості структур Долинської і Бориславської ліній складок.

6. Підвернуті крила переважно редуковані та зрізані на неоднаковій відстані від антиклінального перегину. Ускладнені вони численними диз'юнктивними порушеннями, які відгалужуються від основного насувного зриву. Крім поздовжніх порушень, підвернуті крила розбиті поперечними та діагональними порушеннями скидо-зсувного характеру.

РОЗДІЛ 3

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЛОКАЛЬНИХ СТРУКТУР БОРИСЛАВСЬКО-ПОКУТСЬКОЇ ЗОНИ

Формування локальних структур відбувається під дією структуротворних рухів, які завжди відображені в їх будові, тобто фактори, що сформували структуру проявляться в її морфології [9, 13, 15-17]. Тому вивчення і співставлення кількісних ознак структурних форм дозволяє встановити величину і характер дії тектонічних сил, що призвели до їх формування [39, 65, 66].

Лінійні, кутові і просторові кількісні показники, які характеризують морфологічні ознаки, і відповідно, умови утворення складок найбільш раціонально згрупувати наступним чином:

1. **Структурно-тектонічні показники:** амплітуда структури, площа структури, коефіцієнт інтенсивності структуроутворення, об'єм структури, горизонтальна складова напруженості гірських порід.
2. **Лінійно-геометричні показники:** лінійні розміри структури (довга вісь, коротка вісь), коефіцієнт видовження.
3. **Показники тектонічної порушеності:** щільність тектонічних порушень, коефіцієнти диз'юнктивного (поздовжнього та поперечного) та плікативного ускладнення.
4. **Кутові показники:** кут нахилу осьової поверхні та кут падіння порід на крилах.

3.1. Структурно-тектонічні показники

Розгляд показників, що входять в цю групу найбільш доцільно почати з коефіцієнту інтенсивності структуроутворення (*i*), який відображає величину прикладених структуротворних сил на одиницю

площі (тобто інтенсивність структуроутворення) і широко застосовується для кількісного опису структур.

Вперше цей показник був використаний В.Д. Налівкіним в 1965 році [33] під назвою інтенсивність росту структури (або інтенсивність структуроутворення) і визначався як “відношення амплітуди структури в метрах до площі структури, яка обчислюється за формулою площі еліпса і вимірюється в квадратних кілометрах”. Налівкіним В.Д. і Лазаревим В.С. показник використовувався з одиницями виміру - м/км^2 , але Кац З.Я. змінює назву на коефіцієнт інтенсивності, не змінюючи при цьому визначення, що “цей показник є відношенням амплітуди до площі структури” і застосовує його як безрозмірний.

Між авторами існують розбіжності і в масштабності об’єктів, що порівнюються. Так, Налівкін В.Д. стверджує, що при визначенні інтенсивності структуроутворення “для отримання співставимих результатів слід порівнювати рівновеликі структури”, а Кац З.Я. вважає, що “цей коефіцієнт зручний для об’єктивного порівняння між собою різних за формою і розміром структур”.

О.О. Орлов в роботі [34] дещо деталізує зміст поняття інтенсивності, як “відношення амплітуди структури (м) до її площі (км^2) в межах останньої замкнутої ізогіпси”. В зв’язку з тим, що “параметр i є відношенням різних за порядком величин (м/км^2) його слід називати коефіцієнтом інтенсивності і використовувати як безрозмірний”.

На відміну від цих дослідників, М.І. Євдощук, Б.П. Кабишев, Т.М. Пригаріна [36] мають дещо інший підхід до тлумачення змісту інтенсивності структури як “відношення амплітуди до кореня квадратного з площі підняття” і пропонують його вимірювати в м/км .

Враховуючи такі розбіжності в назві і змісті показника, слід застосовувати, на нашу думку, назву - коефіцієнт інтенсивності

структурування - як це було запропонувала О.З. Савчак [38], а при його визначенні використовувати рекомендації В.Д. Налівкіна [33].

Використання коефіцієнту інтенсивності структурування має велике значення для кількісного опису структур, оскільки він характеризує ступінь їх напруженості та, в деякій мірі, дозволяє оцінювати перспективи їх нафтогазоносності [33, 67].

Такої думки дотримується і Лебедев В.К. [68], який припускає, що цей показник має суттєвий вплив на розподіл нафтових і газових скупчень в нафтогазоносних районах платформних областей: структури з інтенсивністю більше 3 м/км² є переважно нафтоносними; з інтенсивністю менше 1,5 м/км² - газоносними та з інтенсивністю 1,5-3 м/км² - газонафтоносними.

Рівняння за яким визначається коефіцієнт інтенсивності структурування записується наступним чином [33]:

$$i = \frac{h}{s}, \quad (3.1)$$

де h - амплітуда складки, м;

s - площа складки, км².

Параметри, які входять у формулу самі по собі є досить важливими, оскільки амплітуда структури (**h**) відображає алгебраїчну суму диференційованих рухів, які створили структуру [13], а її площа (**s**) дає уявлення про площу прикладання структуротворних сил.

На нашу думку, щоб робити висновки про величину складкотворних рухів необхідно порівнювати рівновеликі (за площами) структури, оскільки при одних і тих же значеннях площ складки можуть мати різну амплітуду. Так, при малій амплітуді складки будуть пологими (платформного типу), які є результатом дії неінтенсивних тектонічних зусиль, а при великих амплітудах - крутими (геосинклінального типу),

що є характерним для інтенсивних складкотворних процесів. Таким чином, чим більше значення величини коефіцієнта інтенсивності структуроутворення, тим сильніше окремий пласт або товща гірських порід буде зім'ята в складку.

Визначення коефіцієнту інтенсивності структуроутворення за формулою (3.1) не викликає ніяких труднощів, але при дослідженні деяких структур виникають сумніви відносно визначення вихідних параметрів, що входять у формулу. Наприклад, складки, що утворюють структуру трьох тектонічних ярусів Бориславсько-Покутської зони є асиметричними антикліналями з короткими, зрізаними насувом, північно-східними крилами (хоча деякі з них підвернуті), які в наслідок сильної порушеності диз'юнктивами характеризуються погано збереженою формою. Деякі фрагменти будови складок (наприклад, перикліналі, північно-східні крила, а в деяких випадках і склепінна частина) зруйновані повністю або збереглись лише окремими фрагментами в окремих блоках.

В такому випадку, визначати площу структури в межах останньої замкнутої ізогіпси (за формулою еліпса або будь-яким іншим способом), а висоту як різницю між відміткою самої високої точки і відміткою останньої замкнутої ізогіпси є дуже утрудненим. Цей метод визначення вихідних параметрів добре використовувати для структур простої і слабопорушеної будови. Враховуючи складну тектонічну будову та сильну порушеність складок Бориславсько-Покутської зони доволі важко визначитись з "останньою замкнутою" ізогіпсою, по якій можна було би визначити площу складки з достатньо високою ступінню достовірності. Йти шляхом екстраполяції, тобто моделювати форму складки до того як вона була розбита тектонічними порушеннями, на нашу думку, є помилковим і отриманий результат, дійсна величина площі складки, є дещо надуманим.

Враховуючи те, що поле діяльності локальних структуротворних рухів обмежується контурами структури по горизонту, що має максимальну амплітуду, пропонуємо площу складки приймати як величину, яка дорівнює сумі площ кожного тектонічного блоку, що бере участь в будові складки. Висоту ж складки необхідно визначати як різницю між відмітками найвищої точки та останньої ізогіпси в блоці, де збереглась склепінна частина або, якщо склепінна частина складки зруйнована, в будь-якому тектонічному блоці, де вона (висота) має максимальне значення.

Іншим кількісним показником, що входить в групу структурно-тектонічних є об'єм складки (V). Це характеристика складчастої структури, що відображає особливості складкоутворення. Величина об'єму структури визначає загальну величину деформації, яка була спричинена складкотворними рухами. Тобто, якщо площа структури дає уявлення про площу прикладання структуротворних сил, то об'єм структури в якійсь мірі відображає роботу цих сил.

Об'єм складки визначається, як добуток площі структури на половину її амплітуди і обчислюється за формулою

$$V = \frac{1}{2} \cdot h \cdot s. \quad (3.2)$$

Очевидно те, що чим більший об'єм, тим більше енергії було затрачено на формування даної структури.

Для складок Бориславсько-Покутської зони параметри, що входять у формулу (3.2) необхідно визначати запропонованим вище шляхом.

Останнім показником, що входить в цю групу є напруги горизонтального стискання в гірських породах (σ). Вони виникають під дією тангенціальних тектонічних рухів в процесі складкоутворення [69-

72]. Наближено їх можна оцінити за величиною надлишкового тиску в пласті за формулою [34]

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Delta P}{\beta}}, \quad (3.3)$$

де ΔP – надлишковий пластовий тиск в колекторі, МПа;

β - коефіцієнт пружності пласта, який визначається з рівняння

$$\beta = m\beta_p + \beta_{ск}, \quad (3.4)$$

де m – коефіцієнт пористості, частка одиниці;

β_p – коефіцієнт пружності пластового флюїду, 1/Па;

$\beta_{ск}$ – коефіцієнт пружності скелету колектора, 1/Па.

Таким чином, аналізуючи вищевказане, охарактеризувати об'єкти, до яких прикладались локальні тектонічні зусилля і визначити сучасний напружений стан цих об'єктів можна використовуючи структурно-тектонічні показники.

Аналіз визначених структурно-тектонічних показників складчастих структур Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину дозволяє зробити наступні висновки:

1. Інтервал зміни амплітуд структур складає від 200 (підворот Стинавсько-Танявської) до 3400 м (Сливкінська). Серед них 58% від всіх складок мають амплітуду від 400 до 1000 м (Бистрицька, Стрільбицька, Кропивницька, Заводівська та ін.); 40% структур мають амплітуду понад 1000 м (Блажівська, Орів-Уличнянська, Долинська, Луквинська, Космацька та ін.); декілька складок мають амплітуду менше 400 м (підворот Стинавсько-Танявської і Добромільська складки). Переважна більшість складок має амплітуду в інтервалі 400-1200 м.

2. Площі складок змінюються від 8,8 (Південнопопелівська) до 154,4 км² (Сливківська). Серед них 59% складок мають площі, які змінюються від 10 до 50 км² (Бухтівецька, Довбушанська, Дзвиняцька, Сушицька, Янківська та ін.), 35% структур мають площі понад 50 км² (Долинська, Майданська, Космацька, Іваниківська, Битківська та ін.). Зустрічаються також 6% структур, площею менше 10 км² (Попелівські складки, Оболонська та ін.). Більшість складок мають площі, які змінюються в інтервалі від 10 до 75 км².

3. Коефіцієнт інтенсивності структуроутворення змінюється від 7,5 (Стинаво-Танявська) до 79,4 м/км² (Південнопопелівська). В цілому 66% структур мають коефіцієнт інтенсивності структуроутворення який змінюється від 10 до 30 м/км² (Старосамбірська, Бориславська, Витвицька, Семигинівська-II та ін.), 23% структур мають коефіцієнт інтенсивності структуроутворення в межах від 30 до 50 м/км² (Опаківська, Бухтівецька, Довбушанська, Бистрицька та ін.) та 10% структур мають коефіцієнти інтенсивності структуроутворення понад 50 м/км² (Бабченська, Молодківська, Попелівські складки). Переважна більшість структур характеризуються значеннями коефіцієнту інтенсивності структуроутворення в межах 10-50 м/км².

4. Об'єми структур змінюються в межах від 0,6 (підворот Стинаво-Танявської) до 525,1 км³ (Сливківська). В цілому у 57% структур об'єм змінюється від 10 до 50 км³ (Монастирецька, Урицька, Бистрицька, Сушицька та ін.), 33% структур мають об'єми понад 50 км³ (Стинаво-Танявська, Старосамбірська, Долинська, Майданська, Луквинська, Південно-Іваниківська та ін.) і 10% структур мають об'єми менше 10 км³ (Попелівські складки, Оболонська та ін.). Серед структур Бориславсько-Покутської зони зустрічаються також структури, об'єми яких понад 100 км³ (Росільнянська, Луквинська, Битківська Глибинна, Витвицька Глибинна та ін.).

5. Напруженість гірських порід змінюється від 80,2 (Бориславська) до 313,7 МПа (підворот Стинаво-Танявської). Серед структур Бориславсько-Покутської зони 16% мають напруженість гірських порід менше 110 МПа (Бориславська, Орів-Уличнянська, Стрільбицька, Заводівська, Майданська та ін.), у 76% напруженість гірських порід змінюється від 110 до 200 МПа (Старосамбірська, Долинська, Іваниківська, Космацька, Битківська, Пнівська, Вільхівська та ін.) та 8% структур мають напруженість гірських порід понад 200 МПа (Бабченська, Молодьківська, Оболонська, Попельські складки).

3.2. Лінійно-геометричні показники

Ця група кількісних показників включає в себе лінійні розміри структури та коефіцієнт її видовження.

Розміри структури є найбільш доступними для вивчення ознаками, вони вказують на глибину розташування причин структуроутворення і мають певні межі для кожного генетичного типу [13, 33]. За розмірами можна досить надійно поділяти всі вивчені структури в регіоні.

Коефіцієнт видовження (K_v) (цей показник в геологічній літературі відомий під назвою співвідношення довгої осі до короткої) є показником морфологічним, який в певній мірі доповнює коефіцієнт інтенсивності структуроутворення. Формула, за якою визначається K_v має наступний вигляд:

$$K_v = \frac{a}{b}, \quad (3.5)$$

де a - довжина складки, км;

b - ширина складки, км.

Всі складки за ступенем видовження поділяються на лінійно-витягнуті $K_v > 3$ [10] (або $K_v \geq 5$ [16]), брахіформні $K_v < 3$ ($5 > K_v \geq 2$) та купола і мульди $K_v = 1$ ($K_v < 2$).

Враховуючи складну тектонічну будову складок Бориславсько-Покутської зони (особливо їх порушеність диз'юнктивами) довжину слід визначати з врахуванням положення крайніх скидо-зсувів, що обмежують складку, а ширину - в блоці, де збереглась склепінна частина і простежується коротка вісь або ж її приймаємо за величиною найбільш широкого блоку.

Аналіз визначених лінійно-геометричних показників складчастих структур Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину дозволяє зробити наступні висновки:

1. Переважне поширення мають лінійно-витягнуті антикліналі, хоча зустрічається також значна кількість і брахіантиклінальних складок.

2. В цілому, структури Бориславсько-Покутської зони за геометричними розмірами розподіляються наступним чином: 15% структур мають довжину менше 8 км (Старокропивницька, Янківська, Бабченська, Молодьківська та ін.); 51% структур - 8-15 км (Блажівська, Монастирецька, Бориславська, Якубівська, Бережницька та ін.) та 34% структур - більше 15 км (Смільнянська, Долинська, Північнодолинська, Стара Копальня, Газова та ін.).

3. Ширина всіх сформованих структур змінюється в межах 2-6 км, що спричинено тектонічними рухами при складкоутворенні.

3.3. Показники тектонічної порушеності

Для Бориславсько-Покутської зони, як і для Передкарпатського прогину в цілому характерний широкий розвиток розривних порушень,

які за характером і розмірами поділяються на регіональні, локальні і пластові [62].

Регіональні тектонічні порушення характеризуються винятково великою протяжністю (сягають десятків і сотень кілометрів), значною шириною зон порушення (сотні і тисячі метрів), великою глибиною проникнення та тривалістю розвитку, що іноді вимірюється цілими геологічними епохами. Регіональні поздовжні порушення в структурі Бориславсько-Покутської зони виражені підкидо-насувами, поперечні - системою скидів і скидо-зсувів. Останні поширені на границях блоків і виступів фундаменту.

Локальні тектонічні порушення за своєю природою пов'язані зі складчастими процесами та виникають безпосередньо при формуванні складок і їх протяжність та амплітуда переважно невеликі. Вони сформувались в заключну фазу Карпатської складчастості, коли набули кінцевої форми складки, насуви та структурні елементи. Скиди та скидо-зсуви поперечного простягання, перетинають одну або декілька сусідніх ліній складок. Підкиди та підкидо-насуви мають переважно поздовжнє простягання і ускладнюють лінії складок, окремі складки та блоки.

Пластові розриви, які виникли внаслідок дії тектонічних сил у вигляді системи кліважних тріщин і тріщин сколювання, перетинають окремі шари або пачки пластів, обмежені їх розмірами, а їх розвиток контролюється літологічними особливостями гірських порід. За своєю природою пластові розриви також пов'язані зі складчастими процесами, а тому вони найкраще розвиваються в місцях найбільшого згину порід, тобто в склепінних частинах структур.

В геологічній літературі існують різні уявлення про роль розривних порушень в міграції флюїдів, формуванні та збереженні родовищ нафти і газу, оскільки вони володіють протилежними властивостями і в одних місцях виступають як провідники, в інших – як екрани [62, 73-74].

На сьогодні сформувалась думка, що основна смність колекторів Бориславсько-Покутської зони пов'язана не тільки з порами (поровий тип колектора), а і з тріщинами (тріщинно-поровий тип колектора) [73, 75, 76]. При цьому при формуванні фільтраційних властивостей колекторів основна роль належить тектонічним порушенням (розломам та тріщинам).

Кількісно оцінити ступінь порушеності структури диз'юнктивами можна за допомогою таких показників як щільність тектонічних порушень і коефіцієнти диз'юнктивного ускладнення.

1. Такий показник, як щільність тектонічних порушень (Σ_n) використовується в практиці геологічних досліджень і, як правило, визначається двома способами: як відношення сумарної довжини тектонічних порушень до площі структури або як кількість тектонічних порушень на одиницю довжини.

Для визначення щільності розривних порушень нами використовувалось відношення сумарної довжини всіх тектонічних порушень, що ускладнюють структуру (в тому числі включаючи насуви, які обмежують складку в поздовжньому напрямку) до площі складки за формулою:

$$\Sigma_n = \frac{L}{S}, \quad (3.6)$$

де L – довжина тектонічних порушень, що ускладнюють складку, км;

S – площа складки, км².

2. Коефіцієнти диз'юнктивного ускладнення включають в себе:

- коефіцієнт поперечного ускладнення ($K_{\text{попер.}}$), який є відношенням кількості поперечних порушень, що ускладнюють структуру, до її довжини і визначається за формулою

$$K_{\text{попер}} = \frac{N_{\text{попер}}}{a}, \quad (3.7)$$

де $N_{\text{попер}}$ – кількість поперечних порушень;

a - довжина складки, км.

- коефіцієнт поздовжнього ускладнення ($K_{\text{позд.}}$), який є відношенням кількості поздовжніх порушень, що ускладнюють структуру, до її ширини і визначається за формулою

$$K_{\text{позд}} = \frac{N_{\text{позд}}}{b}, \quad (3.8)$$

де $N_{\text{позд}}$ – кількість поздовжніх порушень;

b - ширина складки, км.

Окремо слід відзначити, що в процесі складкоутворення відбувається ускладнення складчастої форми мікроскладчастістю (меншими за розмірами складками). Ця мікроскладчастість формується при дії горизонтальних тектонічних рухів такої величини, що призводить тільки до вигинання порід, а не до руйнування їх суцільності, що цілком залежить від механічних властивостей гірських порід. Ці ділянки розвитку мікроскладчастості, як правило, відзначаються підвищеною тріщинуватістю гірських порід, яка значно покращує їх колекторські властивості [34] і, у свердловинах пробурених на цих ділянках, пояснює вищі дебіти вуглеводнів.

В такому випадку для характеристики тектонічної ускладненості продуктивного горизонту необхідно використовувати коефіцієнт плікативного ускладнення продуктивних горизонтів, крім тих коефіцієнтів, що характеризують неоднорідність порід, сформовану в процесі седиментогенезу.

Коефіцієнт плікативного ускладнення ($K_{пл.}$) - це відношення суми площ ділянок, де мають місце ускладнення ($\sum S_{пл.}$) у вигляді малих склепінь (іноді ці малі складки мають вигляд напівзамкнутих структурних носів) до загальної площі досліджуваної структури (S). Таким чином запропонований нами коефіцієнт виражається наступним рівнянням:

$$K_{пл.} = \frac{\sum S_{пл.}}{S}. \quad (3.9)$$

Даний коефіцієнт дозволить більш точно охарактеризувати ступінь ускладненості продуктивного горизонту, тому що буде враховуватись тектонічний фактор. Це має велике практичне значення при розміщенні на структурі розвідувальних та експлуатаційних свердловин, зокрема вибору відстаней між ними і т.д. [77, 78].

Аналіз визначених показників порушеності складчастих структур Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину дозволяє зробити наступні висновки:

1. Складки Бориславсько-Покутської зони поперечними скид-зсувами розбиті на окремі блоки переважно правильної форми та відокремлені одна від одної поздовжніми насувами.

2. Кількість блоків складчастих структур залежить від довжини складки, а тому, при більшій довжині складки кількість блоків збільшується.

3. В цілому коефіцієнти, що характеризують ускладненість складок, змінюються наступним чином: щільність тектонічних порушень - від 0,8 до 2,23 км/км², коефіцієнт поперечного ускладнення - від 0,2 до 0,7, коефіцієнт поздовжнього ускладнення - від 0,4 до 1,7.

3.4. Кутові показники

В групу цих показників входять кут нахилу осьової поверхні і кут падіння порід на крилах.

Кут нахилу осьової поверхні (α) визначає належність структури до того чи іншого морфологічного типу (симетричні або асиметричні).

Серед структур Бориславсько-Покутської зони розповсюджені лише асиметричні форми, серед яких виділяють лежачі, нахилені і перевернуті, зустрічається незначна кількість структур осьові поверхні яких наближені до вертикальних.

Визначення кута нахилу осьової поверхні проводиться шляхом замірів на геологічних профільних розрізах.

Кут падіння порід на крилах (β) характеризує крутизну крил складки, тобто чим сильніше пласт деформований і зім'ятий в складку, тим більші кути падіння порід на її крилах.

У випадку відсутності фактичних даних про заміряні кути падіння порід на крилах, їх величину можна визначити на основі структурної карти розрахунковим шляхом за формулою [79]

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{b}, \quad (3.10)$$

де h - різниця між висотами прийнятих для виміру ізогіпс, м;

b - відстань по лінії падіння між прийнятими для виміру ізогіпсами, м.

Для складок Бориславсько-Покутської зони, враховуючи зруйнованість північно-східних крил, кути падіння порід визначались лише для південно-західних крил на основі структурної карти покрівлі еоценових відкладів масштабу 1:50 000 та на основі профільних геологічних розрізів.

Аналіз визначених кутових показників складчастих структур Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину дозволяє зробити наступні висновки:

1. За величиною кута нахилу осьових площин доцільно виділити складки, які мають осьові площини наближені до вертикальних, кут нахилу $70-80^0$ і більше (Дзвиняцька, Пнівська, Монастирецька та ін.), нахилені складки, з кутом нахилу $30 - 70^0$ (Долинська, Іваниківська, Майданська, Оболонська, Молодьківська та ін.) та лежачі складки з кутом нахилу до 30^0 (Урицька, Орів-Уличнянська, Заводівська, Семигинівська, Янківська та ін.).

2. За кутами падіння порід на крилах виділяються асиметричні складки з широкими пологими південно-західними крилами, які залягають під кутами $15-50^0$, і короткими, зрізаними насувами на різній відстані від антиклінального перегину, крутими північно-східними крилами (з кутами нахилу $45-65^0$).

Загальна характеристика кількісних показників всіх груп та шляхи їх визначення зведені в табл. 3.1.

3.5. Результати визначення кількісних показників структур Бориславсько-Покутської зони

Для визначення кількісних параметрів складчастих структур Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину необхідно було визначитись, які структурно-тектонічні побудови взяти за основу. Вивченням тектоніки цієї території та будови структур, до яких приурочені нафтові і газові родовища або перспективні території займалась ціла низка дослідників, серед яких слід відзначити О.С. Вялова, В.Г. Бондарчука, В.С. Бурова, В.В. Глушка, Г.Н. Доленка, Я.О. Кульчицького, С.І. Субботіна, О.М. Вишнякова, Б.І. Хитайленка, М.Я. Вуля, Л.М. Кузьмика, В.С. Іванишина, Б.К. Музику, Б.В. Хому, І.М. Наконечного, С.С. Круглова, М.Ю. Стоцьку, В.І. Денегу та багато інших [80-87].

Таблиця 3.1

Характеристика кількісних показників складчастих структур
та їх визначення

Група показників	ПОКАЗНИК	Що характеризує	Спосіб визначення
структурно-тектонічні	Амплітуда складки, м (h)	Відображає алгебраїчну суму диференційованих рухів, які створили структуру.	Визначається як різниця між відмітками самої високої точки та останньої ізогіпси в блоці, де збереглась склепінна частина або, якщо склепінна частина складки зруйнована, в будь-якому тектонічному блоці, де амплітуда має максимальне значення.
	Площа складки, км ² (S)	Дає уявлення про площу прикладання структуротворних сил.	Визначається як величина, яка дорівнює сумі площ кожного тектонічного блоку, що бере участь в будові складки.
	Об'єм складки, км ³ (V)	Визначає загальну величину деформації, яка була спричинена складкотворними рухами, тобто відображає роботу структуротворних сил.	$V = \frac{1}{2} \cdot h \cdot S$
	Коефіцієнт інтенсивності Структурування, м/км ² (i)	Відображає величину прикладених структуротворних сил на одиницю площі (тобто інтенсивність структурування) та характеризує ступінь напруженості структури.	$i = \frac{h}{S}$
	Горизонтальна складова напруги в гірських породах, МПа (σ)	Напруги горизонтального напрямку в гірських породах виникають під дією тангенціальних тектонічних рухів в процесі складкоутворення.	$\sigma = \sqrt{\frac{\Delta P}{\beta}}$ ΔP – надлишковий пластовий тиск в колекторі, МПа; β - коефіцієнт пружності пласта $\beta = m\beta_p + \beta_{ск}$ m – коефіцієнт пористості; β_p – коефіцієнт пружності пластового флюїду; β_{ск} – коефіцієнт пружності скелету колектора.

Продовження табл. 3.1

Група показників			ПОКАЗНИК	Що характеризує	Спосіб визначення		
лінійно-геометричні			Довга вісь, км (a)	Розміри структури вказують на глибину розташування причин структуроутворення.	Визначаємо з врахуванням положення крайніх скидо-зсувів, що обмежують складку.		
			Коротка вісь, км (b)		Визначаємо в блоці, де збереглась склепінна частина і простежується коротка вісь або ж приймаємо за величиною найбільш широкого блоку.		
			Коефіцієнт видовження (K _в)	Морфологічний показник, який доповнює коефіцієнт інтенсивності структуроутворення.	$K_v = \frac{a}{b}$		
показники порушеності			Щільність тектонічних порушень, км/км ² (Щ _п)	Розривні порушення відіграють двояку роль в міграції флюїдів та формуванні і збереженні родовищ вуглеводнів, оскільки вони в одних місцях виступають як провідники, в інших – як екрани. Показник відображає міру ускладненості структури тектонічними порушеннями.	$\text{Щ}_п = \frac{L}{S}$ L – довжина тектонічних порушень, що ускладнюють складку, км.		
	коефіцієнти ускладнення			плікативного (K _{пл})	Використовується для більш детальної характеристики неоднорідності продуктивного горизонту, яка спричинена розвитком ділянок підвищеної тріщинуватості приурочених до малих склепін або напівзамкнених структурних носіїв, що сформовані тектонічними рухами в процесі складкоутворення.	$K_{пл} = \frac{S_{пл}}{S}$ S _{пл} – площа плікативних ускладнень, км ² .	
		диз'юнктивного			поздовжнього (K _{позд})	Поздовжні тектонічні порушення насувного і підкидо-насувного характеру відокремлюють між собою лінії складок та їх ускладнюють.	$K_{попер} = \frac{N_{позд}}{b}$ N _{позд} – кількість поздовжніх порушень.
					поперечного (K _{попер})	Поперечні порушення виражені системою скидів і скидо-зсувів, які за своєю природою пов'язані зі складчастими процесами і виникають безпосередньо при формуванні складок.	$K_{позд} = \frac{N_{попер}}{a}$ N _{попер} – кількість поперечних порушень

Продовження табл. 3.1

Група показників	ПОКАЗНИК	Що характеризує	Спосіб визначення
кутові	кут нахилу осьової поверхні (α)	Визначає морфологічний тип складки (симетричні, нахилені, перевернуті, лежачі, пірнаючі).	Визначаємо як кут відхилення осьової поверхні від вертикалі, використовуючи графічні профільні побудови.
	кут нахилу порід на крилі (β)	Характеризує крутизну крил складки.	Використовувались фактичні данні про заміряні кути падіння порід на крилах. У випадку їх відсутності величину кута визначали по структурній карті $\operatorname{tg}\beta=\frac{h}{\sigma}$ h – різниця між висотами прийнятих для виміру ізогіпс, м; σ – відстань по лінії падіння між прийнятими для виміру ізогіпсами, м.

Детальні структурно-тектонічні побудови в цілому по Бориславсько-Покутській зоні були створені колективами ГТП Івано-Франківського УБР (автори С.І. Гривнак, І.М. Дубицький, Р.М. Космина) та ЦНДЛ ВАТ “Укрнафта” (автори Л.М. Кузьмик, М.І. Сав’юк, В.В. Андрусишин та ін). Нами за основу для визначення кількісних параметрів складчастих структур Бориславсько-Покутської зони обрані графічні побудови ЦНДЛ ВАТ “Укрнафта”, тому що ними на геологічних розрізах і структурних картах покрівлі еоценових відкладів детально виділені та проіндексовані складки, що утворюють структуру першого, другого і третього тектонічних поверхів.

Для вирішення поставлених задач, проведений опис складок у кількісному виразі представлений у табл. 3.2.

Таким чином, проведений у розділі 2 якісний опис структурних форм Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину, охарактеризований і доповнений визначенням для кожної структури комплексом кількісних показників [88, 89].

Таблиця 3.2

Кількісні показники локальних структур Бориславсько-Покутської зони

№ структури	Структура	Амплітуда, м	Площа, км ²	Коефіцієнт інтенсив-ності струк-туроутво-рення, м/км ²	Об'єм складки, км ³	Напруженість гірських порід, МПа	Довга вісь, км	Коротка вісь, км	Коефіцієнт видовження	Кількість поперечних порушень	Кількість поздовжніх порушень	Кількість блоків	Коефіцієнт поперечного ускладнення	Коефіцієнт поздовжнього ускладнення	Сумарна довжина розломів, км	Щільність тектонічних порушень, км/км2	Коефіцієнт плікативного ускладнення	Кут нахилу осьової поверхні, ⁰	Середній кут падіння порід на крилах, ⁰	Тип збереженості	Характер продуктивності
І ярус																					
1	Добромилська	300	16,6	18,1	5,0	110,4	14,5	1,2	12,08	5,0	2,0	3	0,3	1,7	14,6	0,88		20,0	24	III	
2	Старосамбірська	1900	85,1	22,3	161,7	130,9	32	5,4	5,93	7,0	2,0	6	0,2	0,4	84,7	1,00	0,10	65,0	24	I	Н
3	Блажевська	1000	22,1	45,3	22,1	163,0	11	2,1	5,24	4,0	2,0	3	0,4	1,0	30,4	1,38	0,15	75,0	39	II	
4	Монастирська	900	19,9	45,3	17,9	195,8	11	2,6	4,23	3,0	2,0	2	0,3	0,8	25,8	1,30	0,15	80,0	34	II	
5	Південномонастирська	800	23,5	34,0	18,8	181,1	11	2,6	4,23	4,0	2,0	3	0,4	0,8	31,2	1,33	0,15	85,0	24	II	
6	Нагуєвицько-Ясеницька	1600	55,4	28,9	88,6	119,8	14,5	4,6	3,15	6,0	2,0	5	0,4	0,4	57,6	1,04	0,10	70,0	29	I	
7	Опаківська	900	25,4	35,4	22,9	174,2	15	2,4	6,25	6,0	2,0	5	0,4	0,8	42,5	1,67	0,15	75,0	30	II	
8	Смильнянська	1000	32,5	30,8	32,5	162,0	15,5	2,9	5,34	6,0	2,0	5	0,4	0,7	45,9	1,41	0,15	85,0	28	II	
9	Попельська	600	9,6	62,4	5,8	211,4	3	2,9	1,03	4,0	2,0	1	1,3	0,7	18,3	1,90		30,0	22	IV	НГК
10	Південнопопельська	700	8,8	79,4	6,2	273,7	3	3,1	0,97	3,0	2,0	1	1,0	0,6	15,1	1,71		35,0	18	IV	
11	Бориславська	600	41,1	14,6	24,7	80,2	14	3,6	3,89	7,0	2,0	3	0,5	0,6	40,6	0,99		25,0	16	III	Н
12	Південнобориславська	600	51,7	11,6	31,0	86,8	14	5,3	2,64	7,0	2,0	3	0,5	0,4	47,9	0,93		20,0	18	III	
13	Урицька	800	40,5	19,8	32,4	100,5	13,5	2,5	5,40	5,0	2,0	3	0,4	0,8	37,2	0,92		20,0	20	III	
14	Орів-Уличнянська	1200	77,1	15,6	92,5	84,6	8	10	0,80	2,0	3,0	2	0,3	0,3	40,2	0,52		25,0	22	III	Н
15	Заводівська	1600	71,7	22,3	114,8	118,5	20	4,5	4,4	6,0	3,0	7	0,3	0,7	72,3	1,01		65,0	23		
16	Стинавсько-Танявська	800	106,4	7,5	85,1	38,0	16	6,7	2,4	5,0	4,0	4	0,3	0,6	91,2	0,86		10,0	14		Н
17	Північнодолинська	1200	53,4	22,5	64,1	116,3	21,5	4,1	5,2	11,0	3,0	13	0,5	0,7	68,9	1,29	0,10	70,0	25	I	НГК
18	Долинська	1800	60,1	30,0	108,2	142,6	19	4,1	4,6	9,0	3,0	11	0,5	0,7	78,1	1,30	0,10	65,0	30	I	Н
19	Витвицька Глибинна	1800	83,2	21,6	149,8	141,1	21,5	4,6	4,7	8,0	3,0	11	0,4	0,7	84,9	1,02	0,10	50,0	25	I	Н
20	Нижньострутинська	1500	54,6	27,5	81,9	112,5	21,5	4,3	5,0	9,0	2,0	9	0,4	0,5	70	1,28	0,10	70,0	30	I	Н
21	Оболонська	700	12,7	55,1	8,9	223,6	10,5	1,8	5,8	5,0	3,0	4	0,5	1,7	27,3	2,15		35,0	38	IV	Н
22	Верхньострутинська	1100	36,8	29,9	40,5	142,3	18,5	2,5	7,4	10,0	3,0	8	0,5	1,2	47,8	1,30	0,10	70,0	28	I	НГ
23	Спаська	1500	72,7	20,6	109,0	116,6	18	4,2	4,3	9,0	3,0	15	0,5	0,7	78,7	1,08	0,10	70,0	25	I	Н
24	Сливківська	3400	154,4	22,0	525,1	110,7	22,5	9,3	2,4	8,0	5,0	14	0,4	0,5	155,6	1,01	0,10	50,0	24	I	
25	Бухтівська	1000	27,9	35,8	27,9	164,9	12	5,3	2,3	5,0	4,0	4	0,4	0,8	44,8	1,61	0,15	70,0	32	II	НГК
26	Південнобухтівська	700	35,2	19,9	24,6	85,1	12	3,1	3,9	5,0	2,0	4	0,4	0,6	34,6	0,98		30,0	26	III	
27	Довбушанська	900	22,7	39,7	20,4	178,0	13	3,8	3,4	4,0	2,0	3	0,3	0,5	32,1	1,42	0,15	75,0	28	II	НГ
28	Бистрицька	800	16,6	48,2	13,3	192,3	13	1,5	8,7	4,0	2,0	3	0,3	1,3	28,1	1,69	0,15	70,0	35	II	Н
29	Південнобистрицька	700	49,5	14,1	34,7	81,2	12,5	4,4	2,8	4,0	3,0	3	0,3	0,7	46,5	0,94		25,0	26	III	Н
30	Кременецька	800	44,3	18,1	35,4	101,9	14	3,9	3,6	3,0	2,0	2	0,2	0,5	39,7	0,90		30,0	28	III	
31	Південнокременецька	700	38,2	18,3	26,7	95,1	14	3,3	4,2	3,0	2,0	2	0,2	0,6	36,3	0,95		25,0	19	III	
32	Пігівська	600	35,6	16,8	21,4	109,8	10	4,2	2,4	3,0	2,0	2	0,3	0,5	30,7	0,86		30,0	20	III	

Продовження табл. 3.2

№ структури	Структура	Амплітуда, м	Площа, км ²	Коефіцієнт інтенсив-ності струк-туроутво-рення, м/км ²	Об'єм складки, км ³	Напруженість гірських порід, МПа	Довга вісь, км	Коротка вісь, км	Коефіцієнт видовження	Кількість поперечних порушень	Кількість поздовжніх порушень	Кількість блоків	Коефіцієнт поперечного ускладнення	Коефіцієнт поздовжнього ускладнення	Сумарна довжина розломів, км	Щільність тектонічних порушень, км/км2	Коефіцієнт плікативного ускладнення	Кут нахилу осьової поверхні, ⁰	Середній кут падіння порід на крилах, ⁰	Тип збереженості	Характер продуктивності
П'ярус																					
33	Північноблажєвська	1400	69,4	20,2	97,2	109,5	33	3,2	10,3	7,0	2,0	6	0,2	0,6	80,7	1,16	0,10	55,0	23	I	
34	Стрельбицька	600	60,5	9,9	36,3	82,8	25	2,1	11,9	5,0	2,0	5	0,2	1,0	55,7	0,92		25,0	16	III	
35	Сушицька	600	58,9	10,2	35,3	81,8	25	2,7	9,3	5,0	2,0	5	0,2	0,7	58,7	0,99		30,0	17	III	Н
36	Старосамбірська-ІІ	700	43,3	16,2	34,6	110,7	13	3,3	3,9	3,0	2,0	2	0,2	0,6	35,2	0,81		25,0	26	III	
37	Південномонастирська-ІІ	400	36,2	11,0	14,5	86,2	13,5	2	6,8	3,0	2,0	2	0,2	1,0	32,7	0,90		20,0	25	III	
38	Нагуєвицько-Ясеницька-ІІ	1600	58,6	27,3	93,8	139,2	18	4,2	4,3	6,0	2,0	5	0,3	0,5	59,9	1,02	0,10	60,0	24	I	
39	Опаківська-ІІ	1600	57,9	27,6	92,6	161,2	17	4,2	4,0	6,0	2,0	5	0,4	0,5	58,1	1,00	0,10	65,0	26	I	
40	Бистрицька	700	56,3	12,4	39,4	99,3	17	5,3	3,2	6,0	2,0	5	0,4	0,4	55,7	0,99		30,0	19	III	
41	Гутівська	900	24,0	37,5	21,6	198,9	11	2,8	3,9	4,0	2,0	3	0,4	0,7	31,7	1,32	0,15	70,0	21	II	
42	Старокропивницька	800	16,8	47,6	13,4	198,3	6,5	2,6	2,5	3,0	2,0	2	0,5	0,8	22,8	1,36	0,15	70,0	25	II	
43	Попельська-ІІ	500	9,0	55,5	4,5	214,9	4	2,8	1,4	4,0	2,0	1	1,0	0,7	17,5	1,94		35,0	28	IV	
44	Південнопопельська	700	12,3	56,9	8,6	257,3	3,5	3,4	1,0	2,0	2,0	1	0,6	0,6	13,9	1,13		75,0	29		
45	Бориславський піл'насув	800	17,2	46,5	13,8	181,3	6,5	3,4	1,9	5,0	2,0	2	0,8	0,6	25,8	1,50	0,15	75,0	26	II	НГК
46	Станільська	1000	30,4	32,9	30,4	173,4	13	3	4,3	5,0	2,0	4	0,4	0,7	39,8	1,31	0,15	70,0	19	II	
47	Іваниківська	1200	47,8	25,1	57,3	133,1	22	3,4	6,5	5,0	2,0	4	0,2	0,6	48,6	1,02	0,10	60,0	18	I	
48	Південноіваниківська	1200	50,1	23,9	60,1	150,3	15	5	3,0	6,0	2,0	5	0,4	0,4	51,6	1,03	0,10	50,0	22	I	
49	Масловецька	1000	30,5	32,8	32,8	186,6	12,5	3	4,2	6,0	2,0	5	0,5	0,7	41,8	1,37	0,15	75,0	23	II	
50	Новосхідницька	800	25,5	31,4	20,4	179,1	12,5	2,6	4,8	6,0	2,0	5	0,5	0,8	38,4	1,51	0,15	75,0	24	II	Н
51	Кропивницька	600	11,9	50,6	7,1	253,6	9	2	4,5	5,0	2,0	4	0,6	1,0	26,5	2,23		45,0	27	IV	
52	Північнозаводівська	500	25,8	19,4	12,9	109,2	8	3,6	2,2	3,0	2,0	2	0,4	0,6	25,2	0,98		25,0	23	III	
53	Заводівська	600	47,9	12,5	28,7	84,4	12,8	4,6	2,8	4,0	2,0	3	0,3	0,4	37,4	0,78		30,0	16	III	Н
54	Північносемигинівська	600	45,6	13,1	27,4	100,3	13,5	3,8	3,6	4,0	2,0	3	0,3	0,5	40,3	0,88		25,0	19	III	
55	Семигинівська	400	33,1	12,1	13,2	87,7	9,5	3,9	2,4	3,0	2,0	2	0,3	0,5	30,3	0,92		20,0	16	III	Н
56	Південносемигинівська	400	28,7	13,9	11,5	105,7	8,5	3,5	2,4	3,0	2,0	2	0,4	0,6	27,5	0,96		20,0	19	III	
57	Якубівська	600	31,1	19,3	18,7	109,7	9,8	4	2,5	3,0	2,0	2	0,3	0,5	28,7	0,92		20,0	22	III	
58	Янківська	400	21,5	18,6	8,6	110,5	4,5	3,8	1,2	2,0	2,0	1	0,4	0,5	18,7	0,87		25,0	23	III	Н
59	Підворот Стинавсько-	200	2,8	71,4	0,6	313,7	3,5	0,8	4,4	2,0	2,0	1	0,6	2,5	8,1	2,90		30,0	32	IV	
60	Підворот Північнодолинської	1200	55,3	21,7	66,4	158,6	21,5	3,6	6,0	8,0	3,0	7	0,4	0,8	70,9	1,28	0,10	55,0	26	I	Н
61	Підворот Нижньострутинської	1000	73,9	13,5	73,9	98,8	21	5,3	4,0	9,0	4,0	15	0,4	0,8	95,3	1,29		55,0	25		Н
62	Вільхівська	800	16,3	49,1	13,0	196,3	20	2,7	7,4	3,0	3,0	3	0,2	1,1	22,9	1,40	0,15	75,0	27	II	
63	Підлесівська	800	19,2	41,7	15,4	195,7	6	3,5	1,7	3,0	2,0	2	0,5	0,6	24,9	1,30	0,15	80,0	28	II	Н
64	Майданська	1400	53,7	26,1	75,2	116,7	20	3,3	6,1	6,0	3,0	5	0,3	0,9	60,3	1,12	0,10	50,0	26	I	
65	Луквинська	1400	56,4	24,8	79,0	118,7	20	4	5,0	12,0	2,0	5	0,6	0,5	71,6	1,27	0,10	60,0	27	I	НГ
66	Богрівська	1800	66,0	27,3	118,7	120,3	21	4,8	4,4	9,0	3,0	8	0,4	0,6	76,2	1,16	0,10	60,0	25	I	Н
67	Бабченська	500	9,5	52,6	4,8	168,3	7	1,6	4,4	5,0	2,0	4	0,7	1,3	21,3	2,23		50,0	30	IV	НГ
68	Молодківська	500	9,6	52,2	4,8	161,6	7	1,7	4,1	5,0	2,0	4	0,7	1,2	21,7	2,27		45,0	29	IV	Н
69	Стара Копальня	1600	55,9	28,6	89,5	111,8	19	4,5	4,2	6,0	4,0	5	0,3	0,9	68,9	1,23	0,10	60,0	24	I	Н
70	Газова	1600	54,7	29,3	87,5	157,9	18	4,9	3,7	6,0	2,0	5	0,3	0,4	55,2	1,01	0,10	60,0	25	I	НГ
71	Зеленецька	700	12,8	54,9	15,3	309,6	10	1,8	5,6	3,0	2,0	2	0,3	1,1	26,9	2,11		55,0	36	IV	

Продовження табл. 3.2

№ структури	Структура	Амплітуда, м	Площа, км ²	Коефіцієнт інтенсив-ності струк-туроутво-рення, м/км ²	Об'єм складки, км ³	Напруженість гірських порід, МПа	Довга вісь, км	Коротка вісь, км	Коефіцієнт видовження	Кількість поперечних порушень	Кількість поздовжніх порушень	Кількість блоків	Коефіцієнт поперечного ускладнення	Коефіцієнт поздовжнього ускладнення	Сумарна довжина розломів, км	Щільність тектонічних порушень, км/км2	Коефіцієнт плікативного ускладнення	Кут нахилу осьової поверхні, ⁰	Середній кут падіння порід на крилах, ⁰	Тип збереженості	Характер продуктивності
72	Південнозеленецька	1000	27,6	36,2	27,6	187,2	10	3,3	3,0	3,0	2,0	2	0,3	0,6	36,7	1,33	0,15	75,0	26	II	
73	Яблунинська	1000	30,5	32,8	32,8	195,5	13,5	2,3	5,9	4,0	2,0	3	0,3	0,9	39,9	1,31	0,15	80,0	28	II	
74	Південнояблунинська	700	49,8	14,1	34,9	106,2	14	3,9	3,6	4,0	2,0	3	0,3	0,5	41,6	0,84		30,0	21	III	
75	Чемигівська	1600	49,6	32,2	79,4	186,7	9,5	5,6	1,7	3,0	2,0	2	0,3	0,4	36,9	0,74		85,0	25		
III ярус																					
76	Іванківська-III	1100	55,1	20,0	60,6	138,6	18,5	4,5	4,1	6,0	2,0	5	0,3	0,4	55	1,00	0,10	55,0	24	I	
77	Східницька-III	1100	49,6	22,2	54,6	160,1	17,5	4,1	4,3	6,0	2,0	5	0,3	0,5	55,5	1,12	0,10	50,0	24	I	
78	Кропивинська-III	600	38,5	15,6	23,1	109,3	13,5	2,5	5,4	5,0	2,0	4	0,4	0,8	37,4	0,97		25,0	27	III	
79	Семитинівська-III	700	52,2	13,4	36,5	109,1	11	5,3	2,1	4,0	2,0	3	0,4	0,4	42,6	0,82		30,0	14	III	
80	Південносемитинівська-III	400	37,4	10,7	15,0	87,5	10,5	4,2	2,5	4,0	2,0	3	0,4	0,5	36,3	0,97		25,0	19	III	
81	Північнотанявська-III	400	26,0	15,4	10,4	110,0	5	3,7	1,4	2,0	2,0	1	0,4	0,5	17,4	0,67		20,0	12	III	
82	Бережницька	400	31,8	12,6	12,7	102,7	10,5	2,9	3,6	3,0	2,0	2	0,3	0,7	30	0,94		20,0	16	III	
83	Перчавська	400	37,5	10,7	15,0	84,8	10,5	4,2	2,5	3,0	2,0	2	0,3	0,5	33,1	0,88		25,0	17	III	
84	Нижньосмолянська	400	25,1	15,9	10,0	109,2	6	5	1,2	2,0	3,0	2	0,3	0,6	24,1	0,96		25,0	18	III	
85	Якубівська-III	2000	78,2	25,6	156,4	158,0	16,5	4,5	3,7	7,0	2,0	6	0,4	0,4	80,8	1,03	0,10	70,0	35	I	
86	Новоселицька	2000	93,1	21,5	186,2	159,8	16,5	6,9	2,4	7,0	2,0	6	0,4	0,3	94,7	1,02	0,10	65,0	16	I	
87	Рожнятівська-III	1800	87,4	20,6	157,3	146,7	21,5	5,1	4,2	6,0	2,0	5	0,3	0,4	89,1	1,02	0,10	50,0	18	I	
88	Південнорожнятівська	1800	85,7	21,0	154,3	149,8	18,5	6,2	3,0	5,0	2,0	4	0,3	0,3	87,1	1,02	0,10	65,0	30	I	
89	Дутівська	400	29,4	13,6	11,8	110,4	9,5	3,2	3,0	3,0	2,0	2	0,3	0,6	28,8	0,98		25,0	25	III	
90	Дзвиняцька	1000	28,4	35,2	28,4	163,4	10	3,3	3,0	2,0	3,0	4	0,2	0,9	39,5	1,39		85,0	43	II	
91	Космаська	1100	38,3	28,7	42,2	159,2	18	3,7	4,9	5,0	2,0	5	0,3	0,5	45,2	1,18	0,10	70,0	32	I	ГК
92	Росільнянська	1600	79,5	20,1	127,2	110,3	20,5	4,2	4,9	6,0	2,0	5	0,3	0,5	89,8	1,13	0,10	70,0	27	I	ГК
93	Дуквинська Глибинна	2000	98,7	20,3	197,5	122,0	27,5	4,2	6,5	8,0	2,0	7	0,3	0,5	110,5	1,12	0,10	60,0	29	I	
94	Гвіздецька	800	18,1	44,2	14,5	200,9	9	1,7	5,3	6,0	2,0	3	0,7	1,2	27,1	1,50	0,15	75,0	46	II	Н
95	Старунська	1100	38,8	28,4	42,7	141,0	22	2	11,0	8,0	2,0	7	0,4	1,0	49,7	1,28	0,10	70,0	41	I	ГК
96	Пнівська	900	24,0	37,5	21,6	199,5	15,5	2,2	7,0	6,0	2,0	4	0,4	0,9	40,7	1,70	0,15	85,0	42	II	Н
97	Пасічнянсько-Раковецька	1100	44,9	24,5	49,4	149,9	17,5	3,6	4,9	6,0	2,0	6	0,3	0,6	55,1	1,23	0,10	70,0	39	I	Н
98	Битківська Глибинна	1800	84,1	21,4	151,4	128,0	22,5	5	4,5	7,0	3,0	6	0,3	0,6	85,8	1,02	0,10	50,0	27	I	НГК
99	Південнотвіздецька	1000	31,0	32,3	31,0	184,5	10,5	3,4	3,1	3,0	3,0	3	0,3	0,9	40,5	1,31	0,15	80,0	47	II	НГК
100	Слобода-Рунтурська	1000	30,8	32,5	30,8	165,9	15	3,1	4,8	9,0	4,0	5	0,6	1,3	46,5	1,51	0,15	75,0	49	II	
101	Чорнопотокська	2000	78,3	25,5	156,6	122,1	29	3,3	8,8	6,0	2,0	8	0,2	0,6	79,2	1,01	0,10	65,0	40	I	
102	Північноделатинська	1400	53,6	26,1	75,0	159,3	14	3,9	3,6	5,0	2,0	4	0,4	0,5	55,7	1,04	0,10	55,0	29	I	
103	Делятинська	1200	51,0	23,5	61,2	157,3	16	4,1	3,9	5,0	2,0	4	0,3	0,5	52,8	1,03	0,10	70,0	25	I	
104	Микуличинська	1400	65,6	21,3	91,8	130,0	13,5	8,2	1,6	4,0	3,0	4	0,3	0,4	68,4	1,04	0,10	60,0	29	I	Н
105	ПівнічноБерезівська	1000	26,6	37,6	26,6	184,9	12	4,4	2,7	4,0	2,0	4	0,3	0,5	39,3	1,48	0,15	70,0	48	II	
106	Березівська	1100	36,9	29,8	40,6	137,2	10	3,7	2,7	4,0	3,0	3	0,4	0,8	38,4	1,04		55,0	53		
107	Бабинопиливська	1100	38,8	28,4	42,7	139,9	10	4,2	2,4	4,0	2,0	3	0,4	0,5	39,2	1,01		70,0	46		
108	Прутецька	1100	33,8	28,9	37,2	166,8	10	3,5	2,9	4,0	2,0	3	0,4	0,6	34,3	1,01		70,0	48		

РОЗДІЛ 4

КЛАСИФІКАЦІЯ ЛОКАЛЬНИХ СТРУКТУР

БОРИСЛАВСЬКО-ПОКУТСЬКОЇ ЗОНИ ЗА КІЛЬКІСНИМИ

ПОКАЗНИКАМИ

Сучасна форма структур та їх просторове розміщення є наслідком дії тектонічних сил протягом досить тривалого періоду геологічного часу. Різні прояви активності тектогенезу в різні епохи спричинило певні зміни структурного плану геологічних тіл і таким чином вплинуло на їх можливу нафтогазоносність (формування, розформування і переформування пасток і, відповідно, покладів).

Структури Бориславсько-Покутської зони пройшли складний і тривалий шлях формування: від конседиментаційних флішових складок до дуже складних постконседиментаційних структурних форм, що зумовлено впливом величини та характеру прикладання формуючих тектонічних зусиль. Під впливом дії тектонічних сил різного характеру сформувались різноманітні морфологічні структурні форми. При цьому морфологічні різновиди структур можна описати числовими параметрами, які можуть бути покладені в основу класифікації структур Бориславсько-Покутської зони. Розробку такої класифікації доцільно базувати на аналізі вибірки структур, охарактеризованих кількісними показниками.

4.1. Геолого-статистичне моделювання локальних структур за допомогою кількісних показників

Для створення класифікації складчастих структур за кількісними показниками слід використовувати методи геолого-статистичного моделювання. Такі методи дозволяють обробляти великі масиви

числових параметрів і добре описані у фаховій літературі [90-95]. З метою виявлення закономірностей у взаємозв'язках між числовими параметрами складчастих структур проведено комп'ютерне геолого-статистичне моделювання досліджуваних об'єктів Бориславсько-Покутської зони з використанням кореляційного і кластерного аналізів.

4.1.1. Аналіз стохастичного взаємовпливу параметрів структур

Встановлення характеру зв'язків між явищами або величинами, які характеризують ці явища, в практиці геологічних досліджень має велике значення. Оцінити форму зв'язку (функцію) та міру тісноти зв'язку між аргументом і функцією дозволяє кореляційний аналіз, проведення якого відбувається в такій послідовності [93]:

- 1) створення кореляційної таблиці, в якій загальні інтервали, що містять значення кожної з величин, розбиваються на класи;
- 2) для середніх значень кожного класу аргументу обчислюється середнє арифметичне, зважене по частоті значення функції, яке називається умовною середньою;
- 3) побудова кореляційної залежності (створення лінії регресії та рівняння регресії).

В цілому кореляційний аналіз дозволяє проводити аналіз сукупності визначених величин і спрямований на виявлення та вивчення систем, які утворюють деякі з величин, що входять в дану сукупність. При вивченні системи випадкових величин недостатньо досліджувати будь-яку складову системи окремо від інших, тому що у системи з'являються додаткові властивості, пов'язані з тим, що між компонентами системи можуть існувати зв'язки. Тому, крім вивчення властивостей одної окремої взятої випадкової величини, необхідно виявляти зв'язки між компонентами системи. Вирішення такого завдання

стає можливим при побудові кореляційної матриці між окремими компонентами системи. Оскільки числові характеристики структурної форми (як і будь-які геологічні об'єкти в цілому) є системою зі складною структурою, то зв'язки між параметрами цієї системи мають нечіткий (завуальований) характер. Побудова кореляційної матриці дозволить охопити відразу всю картину можливих кореляційних зв'язків між окремими компонентами системи. Проведення такого виду кореляційного аналізу доцільне для визначення характеру і тісноти зв'язків між кількісними параметрами структур Бориславсько-Покутської зони.

Для визначених кількісних показників складчастих структур Бориславсько-Покутської зони, які являють собою систему випадкових величин, в пакеті програм "STATISTICA" була створена кореляційна матриця. Вона наведена в табл. 4.1. Аналіз цієї матриці виявив наявність тісного кореляційного зв'язку між певною кількістю параметрів.

На особливу увагу заслуговують кореляційні зв'язки кута падіння порід на південно-західному крилі і коефіцієнта інтенсивності структуроутворення ($\beta = f(i)$) та щільності тектонічних порушень і коефіцієнта інтенсивності структуроутворення ($\Sigma_n = f(i)$) [96, 97], які розглянемо більш детально.

1. Залежність $\beta = f(i)$. Величина коефіцієнту інтенсивності структуроутворення дає змогу оцінювати ступінь змінання порід в складки і, відповідно, характеризує крутизну крил. Тобто, чим більший коефіцієнт інтенсивності структуроутворення, тим сильніше пласт деформований і зім'ятий в складку з більшими кутами падіння порід на її крилах. Існування прямого кореляційного зв'язку між цими параметрами для структур Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину, підтверджується даними табл. 4.1. Тобто, для більшості структур Бориславсько-Покутської зони спостерігається прямий кореляційний

Таблиця 4.1

Кореляційна матриця кількісних показників локальних структур Бориславсько-Покутської зони

	Амплітуда, м	Площа, км ²	Коефіцієнт інтенсивності структуроутворення, м/км ²	Об'єм складки, км ³	Напруженість гірських порід, МПа	Довга вісь, км	Коротка вісь, км	Коефіцієнт видовження	Кількість поперечних порушень	Кількість поздовжніх порушень	Кількість блоків	Коефіцієнт поперечного ускладнення	Коефіцієнт поздовжнього ускладнення	Сумарна довжина розломів, км	Щільність тектонічних порушень, км/км ²	Кут нахилу освової поверхні, град	Середній кут падіння порід на крилах, град.
Амплітуда, м	1	0,74	-0,08	0,8	-0,03	0,66	0,5	0,11	0,59	0,29	0,62	-0,19	-0,35	0,82	-0,19	0,53	0,19
Площа, км ²	0,74	1	-0,57	0,88	-0,52	0,71	0,73	0,06	0,5	0,4	0,62	-0,37	-0,47	0,94	-0,52	-0,02	-0,21
Коефіцієнт інтенсивності структуроутворення, м/км ²	-0,08	-0,57	1	-0,24	0,9	-0,42	-0,45	-0,06	-0,16	-0,09	-0,21	0,6	0,5	-0,31	0,44	0,43	0,41
Об'єм складки, км ³	0,8	0,88	-0,24	1	-0,21	0,58	0,63	0,03	0,47	0,43	0,62	-0,2	-0,31	0,89	-0,26	0,17	-0,04
Напруженість гірських порід, МПа	-0,03	-0,52	0,9	-0,21	1	-0,37	-0,41	-0,05	-0,18	-0,17	-0,21	0,42	0,44	-0,36	0,76	0,51	0,42
Довга вісь, км	0,66	0,71	-0,42	0,58	-0,37	1	0,22	0,63	0,68	0,21	0,67	-0,47	-0,17	0,79	-0,28	0,2	-0,04
Коротка вісь, км	0,5	0,73	-0,45	0,63	-0,41	0,22	1	-0,48	0,14	0,43	0,28	-0,21	-0,17	0,59	-0,53	-0,08	-0,25
Коефіцієнт видовження	0,11	0,06	-0,06	0,03	-0,05	0,63	-0,48	1	0,38	-0,08	0,3	-0,3	0,46	0,17	0,11	0,14	0,15
Кількість поперечних порушень	0,59	0,5	-0,16	0,47	-0,18	0,68	0,14	-0,08	1	0,31	0,81	0,14	-0,04	0,68	0,03	0,3	0,07
Кількість поздовжніх порушень	0,29	0,4	-0,09	0,43	-0,17	0,21	0,43	-0,08	0,31	1	0,5	-0,04	0,15	0,46	0	0,06	0,12
Кількість блоків	0,62	-0,21	0,62	0,62	-0,21	0,67	0,28	0,3	0,81	0,5	1	-0,07	-0,06	0,77	-0,04	0,3	0,07
Коефіцієнт поперечного ускладнення	-0,19	-0,37	0,6	-0,2	0,42	-0,47	-0,21	-0,3	0,14	-0,04	-0,07	1	0,2	-0,28	0,54	0	0,06
Коефіцієнт поздовжнього ускладнення	-0,35	-0,47	0,5	-0,31	0,44	-0,17	-0,67	0,46	-0,04	0,15	-0,06	0,2	1	-0,35	0,68	0,02	0,34
Сумарна довжина розломів, км	0,82	0,94	-0,41	0,89	-0,36	0,79	0,59	0,17	0,68	0,46	0,77	-0,28	-0,35	1	-0,29	0,19	-0,06
Щільність тектонічних порушень, км/км ²	-0,19	-0,52	0,83	-0,26	0,76	-0,28	-0,53	0,11	0,03	0	-0,04	0,54	0,68	-0,29	1	0,29	0,38
Кут нахилу освової поверхні, град.	0,53	-0,02	0,43	0,17	0,51	0,2	-0,08	0,14	0,3	0,06	0,3	0	0,02	0,19	1	1	0,56
Середній кут падіння порід на крилах, град.	0,19	-0,21	0,41	-0,04	0,42	-0,04	-0,25	0,15	0,07	0,12	0,07	0,06	0,34	-0,06	0,38	0,56	1

зв'язок між коефіцієнтом інтенсивності структуроутворення та кутом падіння порід на південно-західному крилі (враховуючи асиметричність будови досліджуваних структур).

Проведені на ПЕОМ розрахунки виду такого зв'язку методом найменших квадратів показали, що залежність $\beta=f(i)$ виражається такими рівняннями регресії (рис. 4.1):

- для складок першого ярусу $\beta = 15,42 + 0,44 \cdot i$;
- для складок другого ярусу $\beta = 18,47 + 0,26 \cdot i$;
- для складок третього ярусу $\beta = 18,84 + 0,49 \cdot i$.

Коефіцієнти парної кореляції при цьому відповідно становлять $r = 0,816$, $r = 0,712$ і $r = 0,842$

Високі значення коефіцієнтів кореляції вказують на досить тісний зв'язок між коефіцієнтом інтенсивності структуроутворення та кутом падіння порід на південно-західних крилах для складок Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину. Надійність такого кореляційного зв'язку оцінювалась за критерієм Р.А. Фішера [98]

$$\theta = z \sqrt{n-1}, \quad (4.1)$$

де θ - оцінка коефіцієнта кореляції;

z - величина, яка пов'язана з коефіцієнтом кореляції і чисельно дорівнює

$$z = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r}, \quad (4.2)$$

де n – величина вибірки;

r – коефіцієнт кореляції.

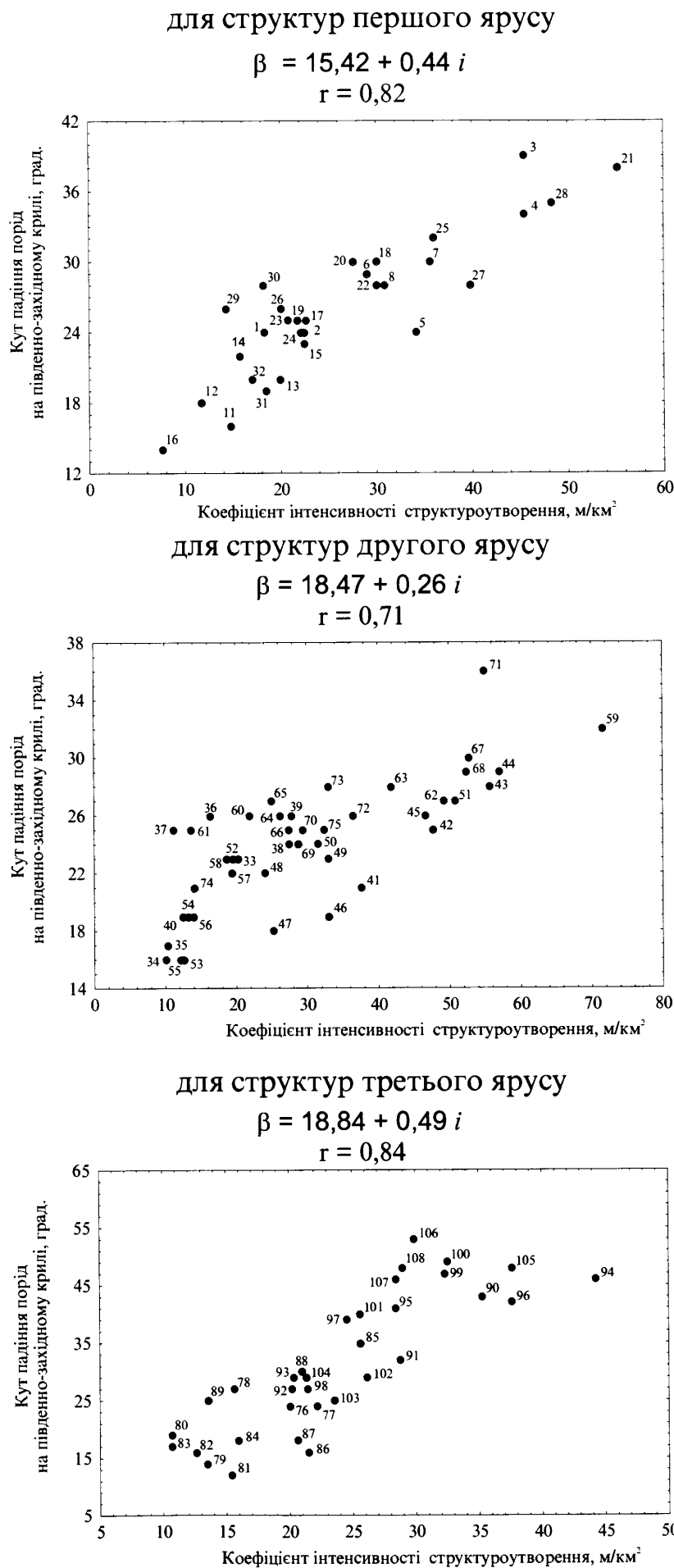


Рис. 4.1. Залежність кута падіння порід на південно-західному крилі від коефіцієнту інтенсивності структуроутворення
Складала: Михайлів І.Р., 2002 рік

При $\theta \geq 2.5$ для вибірок з невеликим обсягом, кореляційний зв'язок вважається надійним.

Оцінка надійності коефіцієнтів кореляції, одержаних для структур різних ярусів становить:

- для структур першого ярусу:

$$\theta = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + 0.816}{1 - 0.816} \sqrt{30 - 1} = 6.17 > 2.5;$$

- для структур другого ярусу:

$$\theta = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + 0.712}{1 - 0.712} \sqrt{42 - 1} = 5.70 > 2.5;$$

- для структур третього ярусу:

$$\theta = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + 0.842}{1 - 0.842} \sqrt{33 - 1} = 6.95 > 2.5.$$

2. Залежність $\mathbf{\Pi_n = f(i)}$. Існування такої залежності пояснюється тим, що складки Бориславсько-Покутської зони відзначаються сильною ускладненістю тектонічними порушеннями (значна розбитість на блоки), яка виникла під час формування їх сучасного вигляду. В той же час про причину структуроутворення можна судити за величиною коефіцієнта інтенсивності структуроутворення, тому, можна висловити припущення про існування прямого кореляційного зв'язку між щільністю розривних порушень та коефіцієнтом інтенсивності структуроутворення.

Розрахунки виду кореляційної залежності $\mathbf{\Pi_n = f(i)}$ проводились на ПЕОМ методом найменших квадратів окремо для структур кожного з трьох тектонічних ярусів. Одержані залежності виражаються такими рівняннями регресії (рис. 4.2):

- для складок першого ярусу $\mathbf{\Pi_n = 0,65 + 0,19i}$;
- для складок другого ярусу $\mathbf{\Pi_n = 0,53 + 0,25i}$;
- для складок третього ярусу $\mathbf{\Pi_n = 0,59 + 0,22i}$.

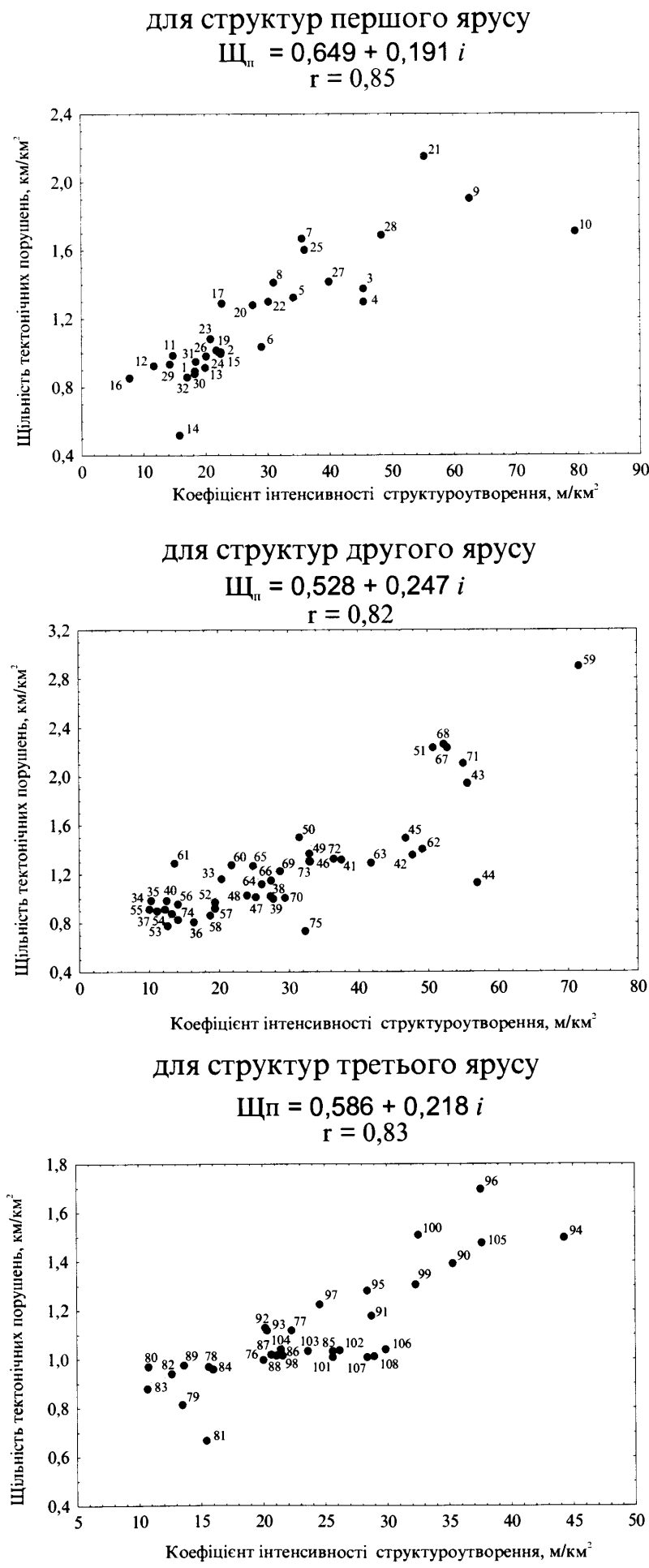


Рис. 4.2. Залежність щільності тектонічних порушень від коефіцієнту інтенсивності структуроутворення
Склала: Михайлів І.Р., 2002 рік

Коефіцієнти парної кореляції відповідно становлять 0,85; 0,82 та 0,83, що вказує на досить тісний зв'язок між досліджуваними параметрами. Надійність такого кореляційного зв'язку підтверджується згідно критерію Фішера.

- для структур першого ярусу:

$$\theta = \frac{1}{2} \ln \frac{1+0.85}{1-0.85} \sqrt{30-1} = 6.77 > 2.5;$$

- для структур другого ярусу:

$$\theta = \frac{1}{2} \ln \frac{1+0.82}{1-0.82} \sqrt{42-1} = 7.4 > 2.5;$$

- для структур третього ярусу:

$$\theta = \frac{1}{2} \ln \frac{1+0.83}{1-0.83} \sqrt{33-1} = 6.72 > 2.5.$$

Таким чином, аналіз встановлених кореляційних зв'язків показує, що між окремими кількісними показниками структур Бориславсько-Покутської зони існують стохастичні залежності, які виражаються відповідними рівняннями регресії з високим ступенем надійності коефіцієнтів кореляції. За цими залежностями можна оцінювати окремі параметри структур Бориславсько-Покутської зони для з'ясування їх ролі в процесі складкоутворення [99-103].

4.1.2. Групування локальних структур кластер-аналізом

Класифікація будь-яких об'єктів за змістовними групами проводиться методом кластер-аналізу. Такий аналіз включає в себе множину обчислювальних процедур, в результаті яких утворюються кластери (групи) дуже подібних об'єктів.

В цілому кластерний аналіз проводиться в такій послідовності [92]:

1) відбір вибірки для кластеризації;

2) визначення множини ознак, за якими будуть оцінюватись об'єкти у вибірці;

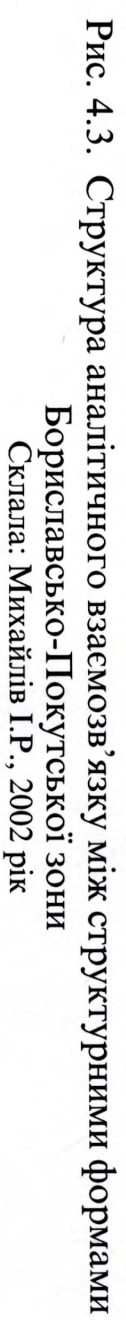
3) обчислення значень тої чи іншої міри подібності між об'єктами;

4) застосування процедури кластеризації для створення груп подібних між собою об'єктів.

Для проведення кластер-аналізу досліджуваних структур Бориславсько-Покутської зони нами використовувався пакет програм "STATISTICA". Серед різноманітних методів кластеризації наявних в цьому пакеті, найбільш ефективним виявився метод середніх зв'язків, який полягає в обчисленні середньої подібності об'єкта, що розглядається, відносно всіх об'єктів в існуючому кластері. Якщо знайдене середнє значення подібності досягає або перевищує деякий пороговий рівень подібності, об'єкт приєднується до цього кластеру. На відміну від варіанту, коли обчислюється подібність між центрами тяжіння двох кластерів, які підлягають об'єднанню, нами використовувався варіант методу середніх зв'язків, в якому обчислюється середня арифметична подібність між об'єктами кластера і кандидатом на включення [104].

В результаті проведеного кластерного аналізу отримали дендрограму (рис. 4.3), аналіз якої дозволив серед структурних форм Бориславсько-Покутської зони виділити чотири кластери (групи) структур, позначених відповідно синім, рожевим, коричневим та зеленим кольорами). Аналіз розподілу структур за кластерами засвідчив, що вони (структури) об'єднані в групи між собою за генетичною ознакою.

Як бачимо з рис. 4.3, у першому кластері структур на мезорівні виділяється три групи структур, які тісно пов'язані між собою. У другому кластері виділяється дві групи, у третьому кластері – три групи і у четвертому кластері – одна група. В кожній з цих груп виділяються структури, об'єднані між собою в кластери на мікрорівнях.



Детальний аналіз структури взаємозв'язків між складчастими формами, об'єднаними в один кластер дозволяє зробити висновок, що основним параметром, за яким відбувалось групування об'єктів на середніх і макрорівнях виступає амплітуда структури. Про це свідчить аналіз даних табл. 4.2, в якій наведені кількісні показники структур, згруповані в результаті проведеного кластерного аналізу. При формуванні складчастості завжди відбувається збільшення ділянки деформації у вертикальному напрямку по головній осі деформації **A**. Групування об'єктів на мікрорівнях проводяться за сукупністю всіх інших показників (структурно-тектонічні, лінійно-геометричні, порушеності), які характеризують ділянку деформації в горизонтальному напрямку, по якому відбувалось її скорочення (осі деформації **B** і **C**).

В цілому найменший кластер об'єднує дві структури, які сформувались під дією тектонічних сил однакової величини, що спричинило однакове скорочення ділянки деформації при однаковому прирості амплітуди. На це вказує подібність значень всіх кількісних показників при однаковій амплітуді. Такі кластери об'єднуються з кластерами, в яких згруповані структури також з однаковими показниками, але вже відмінними від показників попереднього кластеру при однаковій амплітуді. До цих кластерів приєднуються структури (або їх кластери), які мають відмінні кількісні показники, в тому числі і більшу амплітуду.

З метою визначення діапазону зміни кількісних показників для кожного з чотирьох виділених кластерів складчастих структур були побудовані діаграми їх розподілу (рис. 4.4).

Аналіз цих графічних побудов показує, що структури, згруповані в один кластер, характеризуються притаманними їм кількісними показниками і відзначаються наступним:

Таблиця 4.2

Групування локальних структур Бориславсько-Покутської зони за кількісними показниками

№ структури	Структура	Амплітуда, м	Площа, км2	Коефіцієнт інтенсивності струк-туроутворення, м/км2	Об'єм складки, км3	Напруженість гірських порід, МПа	Довга вісь, км	Коротка вісь, км	Коефіцієнт видовження	Кількість поперечних порушень	Кількість поздовжніх порушень	Кількість блоків	Коефіцієнт поперечного ускладнення	Коефіцієнт поздовжнього ускладнення	Сумарна довжина розломів, км	Щільність розломів, км/км2	Коефіцієнт плікативного ускладнення	Кут нахилу осьової поверхні, ⁰	Середній кут падіння порід на крилах, ⁰	Характер продуктивності
І група																				
2	Старосамбірська	1900	85,1	22,3	161,7	130,9	32	5,4	5,93	7,0	2,0	6	0,2	0,4	84,7	1,00	10,00	65,0	24	Н
18	Долинська	1800	60,1	30,0	108,2	142,6	19	4,1	4,6	9,0	3,0	11	0,5	0,7	78,1	1,30	10,00	65,0	30	Н
66	Богрівська	1800	66,0	27,3	118,7	120,3	21	4,8	4,4	9,0	3,0	8	0,4	0,6	76,2	1,16	10,00	60,0	25	Н
19	Витвицька Глибинна	1800	83,2	21,6	149,8	141,1	21,5	4,6	4,7	8,0	3,0	11	0,4	0,7	84,9	1,02	10,00	50,0	25	Н
98	Битківська Глибинна	1800	84,1	21,4	151,4	128	22,5	5	4,5	7,0	3,0	6	0,3	0,6	85,8	1,02	10,00	50,0	27	НГК
87	Рожнятівська-III	1800	87,4	20,6	157,3	146,7	21,5	5,1	4,2	6,0	2,0	5	0,3	0,4	89,1	1,02	10,00	50,0	18	
88	Піденнорожнятівська	1800	85,7	21,0	154,3	149,8	18,5	6,2	3,0	5,0	2,0	4	0,3	0,3	87,1	1,02	10,00	65,0	30	
85	Якубівська-III	2000	78,2	25,6	156,4	158	16,5	4,5	3,7	7,0	2,0	6	0,4	0,4	80,8	1,03	10,00	70,0	35	
101	Чорнопогоцька	2000	78,3	25,5	156,6	122,1	29	3,3	8,8	6,0	2,0	8	0,2	0,6	79,2	1,01	10,00	65,0	40	
86	Новоселицька	2000	93,1	21,5	186,2	159,8	16,5	6,9	2,4	7,0	2,0	6	0,4	0,3	94,7	1,02	10,00	65,0	16	
93	Луквинська Глибинна	2000	98,7	20,3	197,5	122	27,5	4,2	6,5	8,0	2,0	7	0,3	0,5	110,5	1,12	10,00	60,0	29	
6	Нагуєвицько-Ясеницька	1600	55,4	28,9	88,6	119,8	14,5	4,6	3,15	6,0	2,0	5	0,4	0,4	57,6	1,04	10,00	70,0	29	
69	Стара Копальня	1600	55,9	28,6	89,5	111,8	19	4,5	4,2	6,0	4,0	5	0,3	0,9	68,9	1,23	10,00	60,0	24	Н
38	Нагуєвицько-Ясеницька-II	1600	58,6	27,3	93,8	139,2	18	4,2	4,3	6,0	2,0	5	0,3	0,5	59,9	1,02	10,00	60,0	24	
39	Опаківська-II	1600	57,9	27,6	92,6	161,2	17	4,2	4,0	6,0	2,0	5	0,4	0,5	58,1	1,00	10,00	65,0	26	
70	Газова	1600	54,7	29,3	87,5	157,9	18	4,9	3,7	6,0	2,0	5	0,3	0,4	55,2	1,01	10,00	60,0	25	НГ
92	Росільнянська	1600	79,5	20,1	127,2	110,3	20,5	4,2	4,9	6,0	2,0	5	0,3	0,5	89,8	1,13	10,00	70,0	27	ГК
20	Нижньострутинська	1500	54,6	27,5	81,9	112,5	21,5	4,3	5,0	9,0	2,0	9	0,4	0,5	70	1,28	10,00	70,0	30	Н
23	Спарька	1500	72,7	20,6	109,0	116,6	18	4,2	4,3	9,0	3,0	15	0,5	0,7	78,7	1,08	10,00	55,0	23	
33	Північно-Блажевська	1400	69,4	20,2	97,2	109,5	33	3,2	10,3	7,0	2,0	6	0,2	0,6	80,7	1,16	10,00	55,0	23	
64	Майданська	1400	53,7	26,1	75,2	116,7	20	3,3	6,1	6,0	3,0	5	0,3	0,9	60,3	1,12	10,00	50,0	26	
65	Луквинська	1400	56,4	24,8	79,0	118,7	20	4	5,0	12,0	2,0	5	0,6	0,5	71,6	1,27	10,00	60,0	27	НГ
104	Микულიчинська	1400	65,6	21,3	91,8	130	13,5	8,2	1,6	4,0	3,0	4	0,3	0,4	68,4	1,04	10,00	60,0	29	Н
102	Північноделятинська	1400	53,6	26,1	75,0	159,3	14	3,9	3,6	5,0	2,0	4	0,4	0,5	55,7	1,04	10,00	55,0	29	
17	Північнодолинська	1200	53,4	22,5	64,1	116,3	21,5	4,1	5,2	11,0	3,0	13	0,5	0,7	68,9	1,29	10,00	70,0	25	НГК
47	Іванківська	1200	47,8	25,1	57,3	133,1	22	3,4	6,5	5,0	2,0	4	0,2	0,6	48,6	1,02	10,00	60,0	18	
48	Південноіванківська	1200	50,1	23,9	60,1	150,3	15	5	3,0	6,0	2,0	5	0,4	0,4	51,6	1,03	10,00	50,0	22	
103	Делятинська	1200	51,0	23,5	61,2	157,3	16	4,1	3,9	5,0	2,0	4	0,3	0,5	52,8	1,03	10,00	70,0	25	
60	Підворот Північнодолинської	1200	55,3	21,7	66,4	158,6	21,5	3,6	6,0	8,0	3,0	7	0,4	0,8	70,9	1,28	10,00	55,0	26	Н
22	Верхньострутинська	1100	36,8	29,9	40,5	142,3	18,5	2,5	7,4	10,0	3,0	8	0,5	1,2	47,8	1,30	10,00	70,0	28	НГ
95	Старуцька	1100	38,8	28,4	42,7	141	22	2	11,0	8,0	2,0	7	0,4	1,0	49,7	1,28	10,00	70,0	41	ГК
91	Космаська	1100	38,3	28,7	42,2	159,2	18	3,7	4,9	5,0	2,0	5	0,3	0,5	45,2	1,18	10,00	70,0	32	ГК
97	Пасічнянсько-Раковецька	1100	44,9	24,5	49,4	149,9	17,5	3,6	4,9	6,0	2,0	6	0,3	0,6	55,1	1,23	10,00	70,0	39	Н
76	Іванківська-III	1100	55,1	20,0	60,6	138,6	18,5	4,5	4,1	6,0	2,0	5	0,3	0,4	55	1,00	10,00	55,0	24	
77	Східницька-III	1100	49,6	22,2	54,6	160,1	17,5	4,1	4,3	6,0	2,0	5	0,3	0,5	55,5	1,12	10,00	50,0	24	
14	Орів-Уличнянська	1200	77,1	15,6	92,5	84,6	8	10	0,80	2,0	3,0	2	0,3	0,3	40,2	0,52		25,0	22	Н

Продовження табл. 4.2

№ структури	Структура	Амплітуда, м	Площа, км2	Коефіцієнт інтенсивності струк-туроутворення, м/км2	Об'єм складки, км3	Напруженість гірських порід, МПа	Довга вісь, км	Коротка вісь, км	Коефіцієнт видовження	Кількість поперечних порушень	Кількість поздовжніх порушень	Кількість блоків	Коефіцієнт поперечного ускладнення	Коефіцієнт поздовжнього ускладнення	Сумарна довжина розломів, км	Щільність розломів, км/км2	Коефіцієнт плікативного ускладнення	Кут нахилу осьової поверхні, ⁰	Середній кут падіння порід на крилах, ⁰	Характер продуктивності
II група																				
3	Блажевська	1000	22,1	45,3	22,1	163	11	2,1	5,24	4,0	2,0	3	0,4	1,0	30,4	1,38	15,00	75,0	39	
8	Смильнянська	1000	32,5	30,8	32,5	162	15,5	2,9	5,34	6,0	2,0	5	0,4	0,7	45,9	1,41	15,00	85,0	28	
100	Слобода-Рунгурська	1000	30,8	32,5	30,8	165,9	15	3,1	4,8	9,0	4,0	5	0,6	1,3	46,5	1,51	15,00	75,0	49	
25	Бухтівецька	1000	27,9	35,8	27,9	164,9	12	5,3	2,3	5,0	4,0	4	0,4	0,8	44,8	1,61	15,00	70,0	32	
90	Дзвиняцька	1000	28,4	35,2	28,4	163,4	10	3,3	3,0	2,0	3,0	4	0,2	0,9	39,5	1,39	15,00	85,0	43	
46	Станильська	1000	30,4	32,9	30,4	173,4	13	3	4,3	5,0	2,0	4	0,4	0,7	39,8	1,31	15,00	70,0	19	
49	Масловецька	1000	30,5	32,8	32,8	186,6	12,5	3	4,2	6,0	2,0	5	0,5	0,7	41,8	1,37	15,00	75,0	23	
73	Яблунницька	1000	30,5	32,8	32,8	195,5	13,5	2,3	5,9	4,0	2,0	3	0,3	0,9	39,9	1,31	15,00	80,0	28	
72	Південнозеленецька	1000	27,6	36,2	27,6	187,2	10	3,3	3,0	3,0	2,0	2	0,3	0,6	36,7	1,33	15,00	75,0	26	
99	Південногвіздецька	1000	31,0	32,3	31,0	184,5	10,5	3,4	3,1	3,0	3,0	3	0,3	0,9	40,5	1,31	15,00	80,0	47	НГК
105	Північноберезівська	1000	26,6	37,6	26,6	184,9	12	4,4	2,7	4,0	2,0	4	0,3	0,5	39,3	1,48	15,00	70,0	48	
4	Монастирська	900	19,9	45,3	17,9	195,8	11	2,6	4,23	3,0	2,0	2	0,3	0,8	25,8	1,30	15,00	80,0	34	
41	Гутівська	900	24,0	37,5	21,6	198,9	11	2,8	3,9	4,0	2,0	3	0,4	0,7	31,7	1,32	15,00	70,0	21	
96	Півська	900	24,0	37,5	21,6	199,5	15,5	2,2	7,0	6,0	2,0	4	0,4	0,9	40,7	1,70	15,00	85,0	42	Н
7	Опаківська	900	25,4	35,4	22,9	174,2	15	2,4	6,25	6,0	2,0	5	0,4	0,8	42,5	1,67	15,00	75,0	30	
27	Довбушанська	900	22,7	39,7	20,4	178	13	3,8	3,4	4,0	2,0	3	0,3	0,5	32,1	1,42	15,00	75,0	28	НГ
5	Південномонастирська	800	23,5	34,0	18,8	181,1	11	2,6	4,23	4,0	2,0	3	0,4	0,8	31,2	1,33	15,00	85,0	24	
50	Новосхідницька	800	25,5	31,4	20,4	179,1	12,5	2,6	4,8	6,0	2,0	5	0,5	0,8	38,4	1,51	15,00	75,0	24	Н
28	Бистрицька	800	16,6	48,2	13,3	192,3	13	1,5	8,7	4,0	2,0	3	0,3	1,3	28,1	1,69	15,00	70,0	35	Н
62	Вільхівська	800	16,3	49,1	13,0	196,3	20	2,7	7,4	3,0	3,0	3	0,2	1,1	22,9	1,40	15,00	75,0	27	
42	Старокропивницька	800	16,8	47,6	13,4	198,3	6,5	2,6	2,5	3,0	2,0	2	0,5	0,8	22,8	1,36	15,00	70,0	25	
63	Підшівська	800	19,2	41,7	15,4	195,7	6	3,5	1,7	3,0	2,0	2	0,5	0,6	24,9	1,30	15,00	80,0	28	Н
45	Бориславський піднасув	800	17,2	46,5	13,8	181,3	6,5	3,4	1,9	5,0	2,0	2	0,8	0,6	25,8	1,50	15,00	75,0	26	НГК
94	Гвіздецька	800	18,1	44,2	14,5	200,9	9	1,7	5,3	6,0	2,0	3	0,7	1,2	27,1	1,50	15,00	75,0	46	Н
III група																				
1	Добромилська	300	16,6	18,1	5,0	110,4	14,5	1,2	12,08	5,0	2,0	3	0,3	1,7	14,6	0,88		20,0	24	
37	Південномонастирська-II	400	36,2	11,0	14,5	86,2	13,5	2	6,8	3,0	2,0	2	0,2	1,0	32,7	0,90		20,0	25	
55	Семигінівська	400	33,1	12,1	13,2	87,7	9,5	3,9	2,4	3,0	2,0	2	0,3	0,5	30,3	0,92		20,0	16	Н
80	Південносемигінівська-III	400	37,4	10,7	15,0	87,5	10,5	4,2	2,5	4,0	2,0	3	0,4	0,5	36,3	0,97		25,0	19	
83	Перчавська	400	37,5	10,7	15,0	84,8	10,5	4,2	2,5	3,0	2,0	2	0,3	0,5	33,1	0,88		25,0	17	
56	Південносемигінівська	400	28,7	13,9	11,5	105,7	8,5	3,5	2,4	3,0	2,0	2	0,4	0,6	27,5	0,96		20,0	19	
82	Бережницька	400	31,8	12,6	12,7	102,7	10,5	2,9	3,6	3,0	2,0	2	0,3	0,7	30	0,94		20,0	16	
89	Лугівська	400	29,4	13,6	11,8	110,4	9,5	3,2	3,0	3,0	2,0	2	0,3	0,6	28,8	0,98		25,0	25	
58	Янківська	400	21,5	18,6	8,6	110,5	4,5	3,8	1,2	2,0	2,0	1	0,4	0,5	18,7	0,87		25,0	23	Н
84	Нижньосмолянська	400	25,1	15,9	10,0	109,2	6	5	1,2	2,0	3,0	2	0,3	0,6	24,1	0,96		25,0	18	
81	Північнотанявська-III	400	26,0	15,4	10,4	110	5	3,7	1,4	2,0	2,0	1	0,4	0,5	17,4	0,67		20,0	12	
52	Північнозаводівська	500	25,8	19,4	12,9	109,2	8	3,6	2,2	3,0	2,0	2	0,4	0,6	25,2	0,98		25,0	23	
11	Бориславська	600	41,1	14,6	24,7	80,2	14	3,6	3,89	7,0	2,0	3	0,5	0,6	40,6	0,99		25,0	16	Н
53	Заводівська	600	47,9	12,5	28,7	84,4	12,8	4,6	2,8	4,0	2,0	3	0,3	0,4	37,4	0,78		30,0	16	Н
54	Північносемигінівська	600	45,6	13,1	27,4	100,3	13,5	3,8	3,6	4,0	2,0	3	0,3	0,5	40,3	0,88		25,0	19	
12	Південнобориславська	600	51,7	11,6	31,0	86,8	14	5,3	2,64	7,0	2,0	3	0,5	0,4	47,9	0,93		20,0	18	

Продовження табл. 4.2

№ структури	Структура	Амплітуда, м	Площа, км2	Коефіцієнт інтенсивності струк-туроутворення, м/км2	Об'єм складки, км3	Напруженість гірських порід, МПа	Довга вісь, км	Коротка вісь, км	Коефіцієнт видовження	Кількість поперечних порушень	Кількість поздовжніх порушень	Кількість блоків	Коефіцієнт поперечного ускладнення	Коефіцієнт поздовжнього ускладнення	Сумарна довжина розломів, км	Щільність розломів, км/км2	Коефіцієнт плікативного ускладнення	Кут нахилу осьової поверхні, ⁰	Середній кут падіння порід на крилах, ⁰	Характер продуктивності
32	Піпівська	600	35,6	16,8	21,4	109,8	10	4,2	2,4	3,0	2,0	2	0,3	0,5	30,7	0,86		30,0	20	
57	Якубівська	600	31,1	19,3	18,7	109,7	9,8	4	2,5	3,0	2,0	2	0,3	0,5	28,7	0,92		20,0	22	
78	Кропивницька-III	600	38,5	15,6	23,1	109,3	13,5	2,5	5,4	5,0	2,0	4	0,4	0,8	37,4	0,97		25,0	27	
34	Стрельбицька	600	60,5	9,9	36,3	82,8	25	2,1	11,9	5,0	2,0	5	0,2	1,0	55,7	0,92		25,0	16	
35	Сушицька	600	58,9	10,2	35,3	81,8	25	2,7	9,3	5,0	2,0	5	0,2	0,7	58,7	0,99		30,0	17	Н
13	Урицька	800	40,5	19,8	32,4	100,5	13,5	2,5	5,40	5,0	2,0	3	0,4	0,8	37,2	0,92		20,0	20	
26	Південнобухтівецька	700	35,2	19,9	24,6	85,1	12	3,1	3,9	5,0	2,0	4	0,4	0,6	34,6	0,98		30,0	26	
31	Південнокремонецька	700	38,2	18,3	26,7	95,1	14	3,3	4,2	3,0	2,0	2	0,2	0,6	36,3	0,95		25,0	19	
29	Південнобистрицька	700	49,5	14,1	34,7	81,2	12,5	4,4	2,8	4,0	3,0	3	0,3	0,7	46,5	0,94		25,0	26	Н
30	Кремонецька	700	44,3	15,8	31,0	101,9	14	3,9	3,6	3,0	2,0	2	0,2	0,5	39,7	0,90		30,0	28	
36	Старосамбірська-II	700	43,3	16,2	34,6	110,7	13	3,3	3,9	3,0	2,0	2	0,2	0,6	35,2	0,81		25,0	26	
74	Південнооблунницька	700	49,8	14,1	34,9	106,2	14	3,9	3,6	4,0	2,0	3	0,3	0,5	41,6	0,84		30,0	21	
79	Семигінівська-III	700	52,2	13,4	36,5	109,1	11	5,3	2,1	4,0	2,0	3	0,4	0,4	42,6	0,82		30,0	14	
40	Бистрицька	700	56,3	12,4	39,4	99,3	17	5,3	3,2	6,0	2,0	5	0,4	0,4	55,7	0,99		30,0	19	
IV група																				
9	Попельська	600	9,6	62,4	5,8	211,4	3	2,9	1,03	4,0	2,0	1	1,3	0,7	18,3	1,90		30,0	22	ГНК
51	Кропивницька	600	11,9	50,6	7,1	253,6	9	2	4,5	5,0	2,0	4	0,6	1,0	26,5	2,23		45,0	27	
43	Попельська-II	500	9,0	55,5	4,5	214,9	4	2,8	1,4	4,0	2,0	1	1,0	0,7	17,5	1,94		35,0	28	
67	Бабченська	500	9,5	52,6	4,8	208,3	7	1,6	4,4	5,0	2,0	4	0,7	1,3	21,3	2,23		50,0	30	НГ
68	Молодківська	500	9,6	52,2	4,8	161,6	7	1,7	4,1	5,0	2,0	4	0,7	1,2	21,7	2,27		45,0	29	Н
10	Південнопопельська	700	8,8	79,4	6,2	273,7	3	3,1	0,97	3,0	2,0	1	1,0	0,6	15,1	1,71		35,0	18	
21	Оболонська	700	12,7	55,1	8,9	223,6	10,5	1,8	5,8	5,0	3,0	4	0,5	1,7	27,3	2,15		35,0	38	Н
71	Зеленецька	700	12,8	54,9	15,3	309,6	10	1,8	5,6	3,0	2,0	2	0,3	1,1	26,9	2,11		55,0	36	
59	Танявської	200	2,6	76,0	0,5	313,7	3,5	0,8	4,4	2,0	2,0	1	0,6	2,5	8,1	2,90		30,0	32	

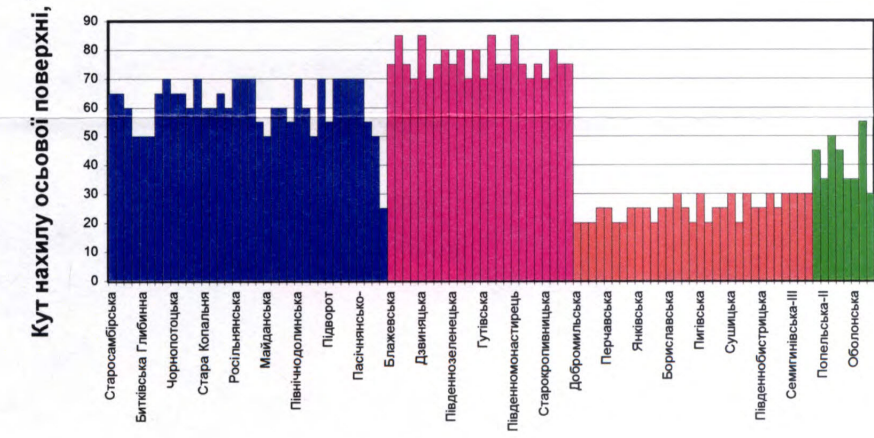
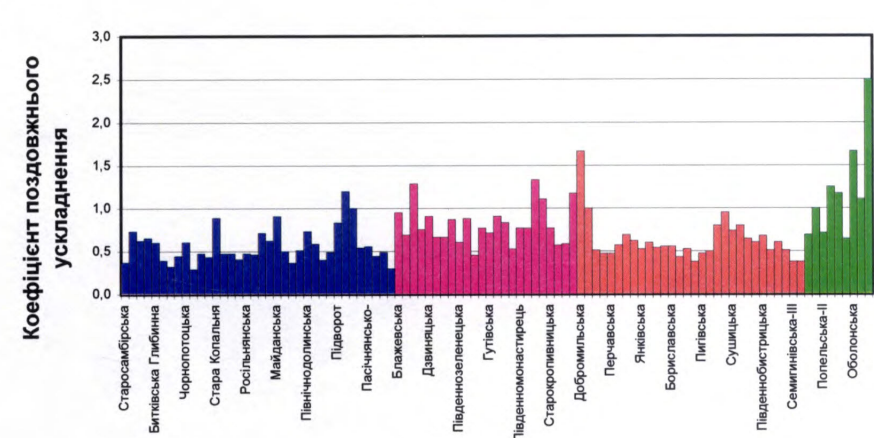
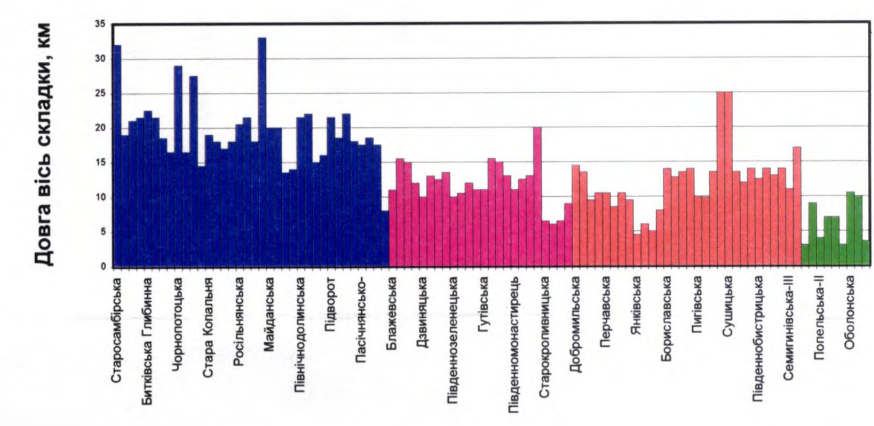
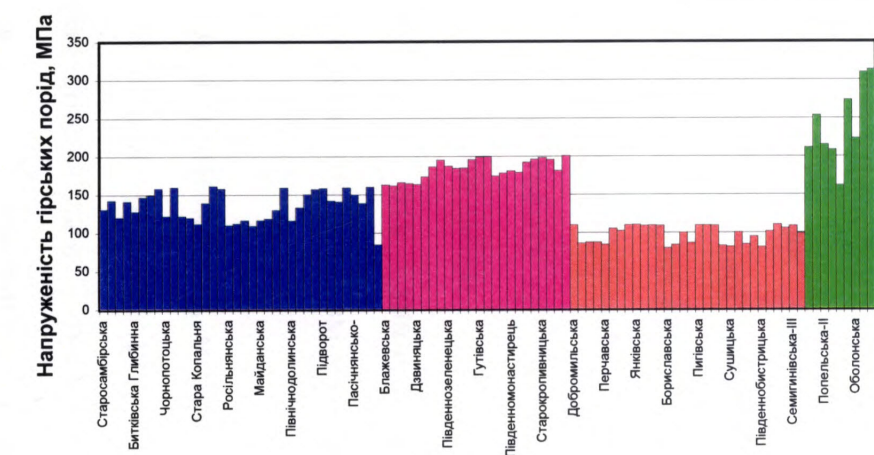
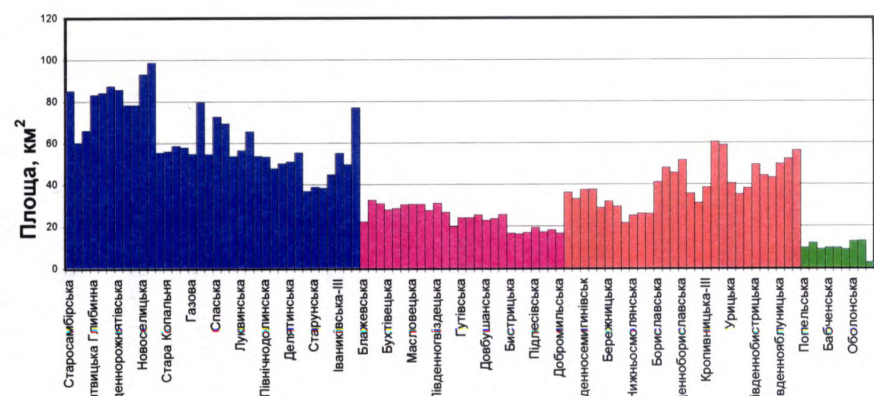
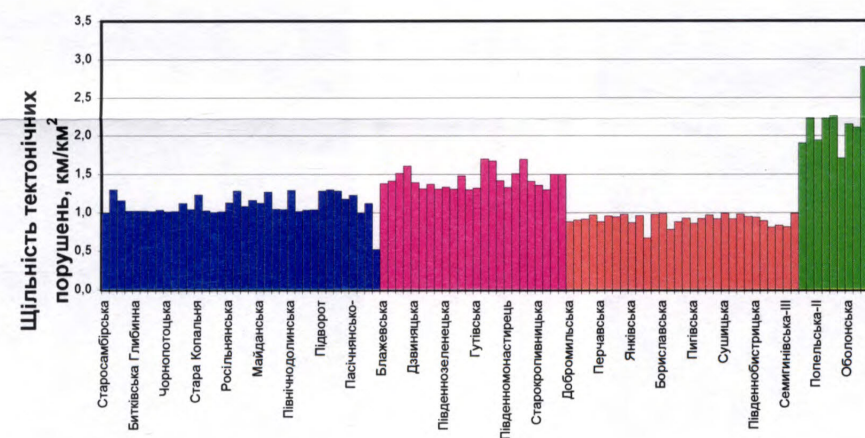
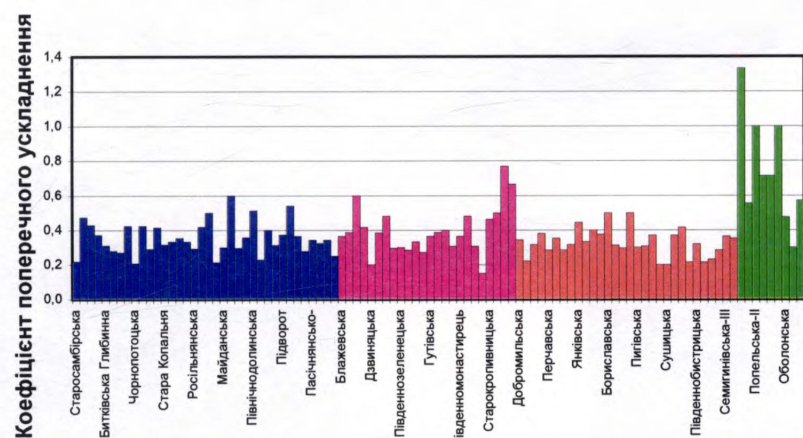
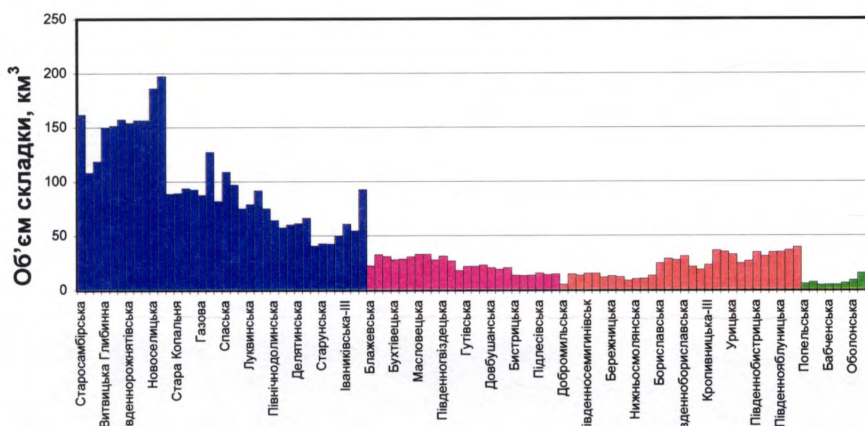
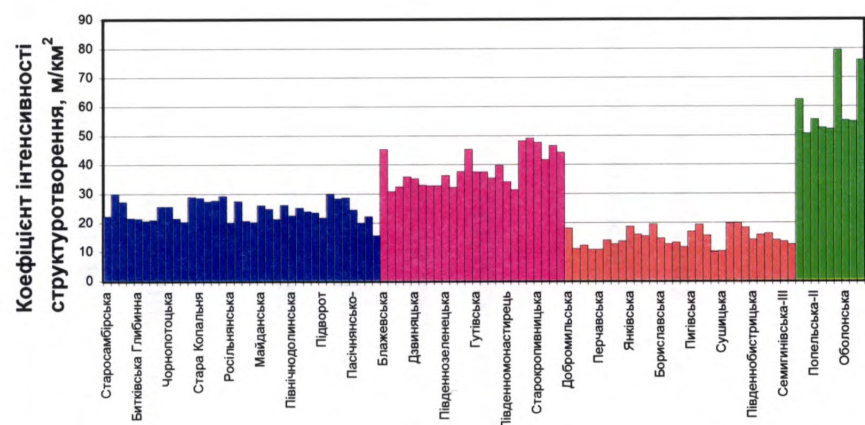
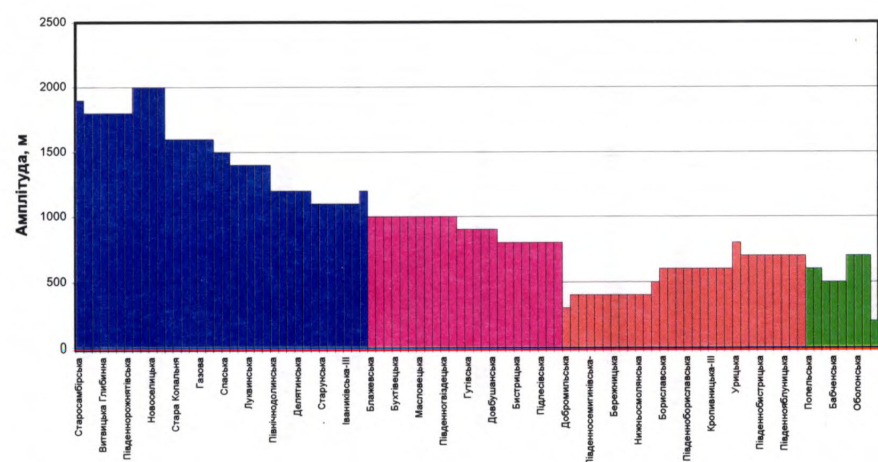


Рис. 4.4. Діаграми розподілу кількісних показників структур Бориславсько-Покутської зони
Склали: Михайлів І.Р., 2002 рік

1. Чітке об'єднання структур в групи відбувається по трьох взаємопов'язаних показниках (коефіцієнт інтенсивності структуроутворення, напруженість гірських порід та щільність тектонічних порушень) та за кутом нахилу осової поверхні.

2. Для складок об'єднаних в другу і третю групи площі, об'єми та лінійні розміри змінюються в одному інтервалі.

3. Складки об'єднані в третю і четверту групи характеризуються амплітудами, що мають однаковий інтервал зміни.

4. Складки кожної групи мають значення коефіцієнтів поздовжнього та поперечного порушення, які змінюються в одному інтервалі.

Таким чином, проаналізувавши вищевказане, можна стверджувати, що складки, сформовані тектонічними рухами різної величини та напрямку прикладання, характеризуються різними числовими параметрами, що підтверджується побудованими дендрограмою та діаграмами. Цей висновок прийнятий за основу запропонованої нижче класифікації.

4.2. Виділення основних таксономічних типів локальних структур за комплексом кількісних показників

Як вказувалось вище, основним кількісним показником, який дозволяє охарактеризувати величину прикладених тектонічних зусиль, що сформували структуру, можна вважати коефіцієнт інтенсивності структуроутворення та його похідну – величину напруженості гірських порід в тілі складки.

Досліджуючи сучасний структурний план Бориславсько-Покутської зони нами було встановлено, що складки, які відзначаються певними морфологічними особливостями (вони виражаються також і в різній мірі

порушеності їх форми) характеризуються різними значеннями кількісних показників. Тобто, серед складок Бориславсько-Покутської зони за характером їх порушеності слід виділяти групи структур, особливості будови яких характеризуються притаманними тільки їм кількісними параметрами.

I група - збережені структури. До структур цієї групи відносяться стиснуті складки, коефіцієнт інтенсивності структуроутворення та напруженість гірських порід яких займають проміжне значення і складають відповідно $20-30 \text{ м/км}^2$ та $110-160 \text{ МПа}$. Сучасний напружений стан складок цієї групи визначається тектонічними та геометричними показниками і характеризуються значними амплітудами (1100 м та більше) та площами, що займають територію більше 50 км^2 . Для таких складок притаманні, відповідно, і значні об'єми (більше 40 км^3). До цієї групи належать лише лінійно-витягнуті антикліналі значних розмірів (довжина яких більше 16 км при ширині $3-5 \text{ км}$). Крім вищевказаного, ці структури характеризуються певними особливостями будови, оскільки добре виділяються склепінна частина, крила та перикліналі, тобто можна простежити форму складки. Слід зазначити, що складка може бути частково зруйнована поперечними і поздовжніми тектонічними порушеннями, про що свідчить відсутність будь-якої перикліналі та зруйнованість (часткова або повна) північно-східного крила. Це знаходить своє відображення у проміжних значеннях щільності тектонічних порушень, що складає $1.0-1.3 \text{ км/км}^2$. В цілому, складки асиметричні, з нахиленими під кутом $50-70^\circ$ осьовими поверхнями.

Серед структур цієї групи слід виділити два морфологічні різновиди: структури, у яких північно-східне крило зрізане, їх прикладом виступають Старосамбірська, Долинська, Іваниківська, Майданська, Космацька та ін. і структури, у яких підвернуте північно-східне крило

збережене – це Битківська, Північнодолинська, Нижньострутинська та ін. (див. табл. 3.1. і табл. 4.2).

II група – частково-зруйновані структури. До цієї групи належать сильно стиснуті структури, для яких коефіцієнт інтенсивності структуроутворення складає $30-50 \text{ м/км}^2$ та напруженість гірських порід $160-200 \text{ МПа}$, тобто показники напруженого стану мають високі значення. Структури цієї групи відзначаються середніми значеннями амплітуд, які становлять $800-1000 \text{ м}$, площ, які змінюються у вузькому діапазоні (від 15 до 35 км^2) та об'ємів ($10-40 \text{ км}^3$). Для них характерним є наявність склепіння та крил і повна відсутність периклінальних частин. При цьому склепіння може бути збереженим, а може бути і частково зруйноване локальними тектонічними порушеннями. Те саме стосується і крил, які простежуються. Тобто складки цього типу характеризуються більшою мірою зруйнованості, що підтверджується і високими значеннями щільності тектонічних порушень ($1.3-1.7 \text{ км/км}^2$). За рахунок сильного стискання складки відзначаються майже вертикальними осьовими площинами (кут нахилу більше 75°). Розміри таких складок менші порівняно з попередніми і складають $8-16 \text{ км}$ довжини при ширині $2-4 \text{ км}$, а за співвідношенням осей, крім лінійно-витягнутих, зустрічаються і брахіформні.

Прикладом таких складок є Монастирецька, Бухтівецька, Довбушанська, Дзвиняцька, Пнівська та ін. (див. табл. 3.1. і табл. 4.2).

III група - зруйновані структури. Ці структури слабостиснуті і для них коефіцієнт інтенсивності структуроутворення та напруженість гірських порід становлять мінімальні значення, відповідно менше 20 м/км^2 та менше 110 МПа . Вони сильно зруйнувались під час насуву, що супроводжувалось також і “розвантаженням” напруг. Складки цієї групи відзначаються малими амплітудами, які змінюються в межах $400-800 \text{ м}$, хоча їх площі змінюються у значному діапазоні (від 15 до 50 км^2). В

цілому, для складок характерна сильна ступінь зруйнованості і в їх будові простежується лише якийсь окремий елемент, а саме – склепіння (наприклад, Сушицька, Семигинівська, Янківська та ін.), крило (наприклад, Південнобухтівецька, Південнокременецька та ін.) або перикліналь (наприклад, Орів-Уличнянська, Бориславська та ін.). В якійсь мірі ці елементи можуть бути ускладнені локальними тектонічними порушеннями і для таких складок щільність тектонічних порушень складає мінімальні значення (менше 1 км/км^2). Складки цієї групи сильно нахилені, аж до лежачих (кут нахилу осьової поверхні до 30°) та відзначаються значними розмірами (8-14 км довжини при ширині 2-6 км). Серед них, за співвідношенням осей, зустрічаються лінійно-втягнуті та брахіантиклінальні складки.

IV група - сильнозруйновані структури. Структури цієї групи сильно стиснуті і коефіцієнт інтенсивності структуроутворення та напруженість гірських порід складають понад 50 м/км^2 та понад 200 МПа, тобто, мають максимальні значення. Ці складки сильно зруйновані і в їх будові простежуються лише окремі фрагменти структурних елементів (наприклад, крила, перикліналі тощо). Відповідно, вони характеризуються мінімальними значеннями амплітуд (змінюються від 200 до 700 м) та площ, не більше 15 км^2 . Елементи цих складок сильно стиснуті, розбиті і затиснуті між тектонічними порушеннями, що знайшло своє відображення у максимальних значеннях щільності тектонічних порушень (більше 1.7 км/км^2) та малих розмірах (до 4 км довжини і 1-4 км ширини). Серед складок цієї групи поширені переважно брахіформні структури з нахиленими осьовими площинами ($30\text{-}50^\circ$).

До цієї групи структур відносяться Попельські складки, Оболонська, Бабченська, Молодьківська та деякі ін. (див. табл. 3.1. і табл. 4.2)

Таким чином, геосинклінальні структури Бориславсько-Покутської зони відзначаються диференціацією своєї будови, яка зумовлена

особливостями процесів складкоутворення. Враховуючи, що визначені нами числові параметри описують морфологічні особливості структур, нами розроблена класифікація локальних структур Бориславсько-Покутської зони за кількісними показниками [105], що зображена на рис. 4.5. В основу даної класифікації покладено міру збереженості структурою її форми.

В цілому, запропонована нами класифікація дозволяє:

1. З певною мірою достовірності, змодельовати морфологію структури, при наявності недостатньої кількості інформації про неї (за деякими отриманими кількісними показниками та характером їх взаємозв'язку).

2. З певною мірою достовірності спрогнозувати фазовий стан очікуваних покладів.

В складках I групи відкриті нафтові родовища Старосамбірське, Долинське, Витвицьке, Чечвинське, Спаське Глибинне, Рудавецьке та ін. Поклади, приурочені до складок, які мають збереженими підвернуті крила, відмічаються наявністю газової шапки і їх прикладом можуть бути Північнодолинське, Струтинське, Луквинське, Битків-Бабченське (складка Газова) родовища.

В складках II групи відкриті родовища нафти, газу і конденсату: Бухтівецьке (нафтогазоконденсатне), Довбушанське (нафтогазове), Бистрицьке (нафтове), Бориславське (нафтогазоконденсатний поклад Бориславського піднасуву), Новосхідницьке (нафтове) та ін.

Складки III групи нафтоносні: Бориславська, Орів-Уличнянська, Південно-Бистрицька, Сушицька та ін.

Складки IV групи містять газоконденсатні поклади (Попельська та Попельська-II), Бабченська (нафтогазовий), Молодківська (нафтовий).

Бориславсько-Покутська зона				Структурно-тектонічний підрозріз	
Геосинклінальні				Тип	
IV сильно зруйновані	III зруйновані	II частково зруйновані	I збережені	Група	
200-700	400-800	800-1000	>1100	амплітуда складки, м (h)	
<15	15-50	15-35	>50	площа складки, км ² (S)	
>50	<20	30-50	20-30	коефіцієнт інтенсивності структуроутворення, м/км ² (i)	
<10	10-40	10-40	>40	об'єм складки, км ³ (V)	
>200	<110	160-200	110-160	напруженість гірських порід, МПа (σ)	
<8	8-14	8-16	>16	довга вісь, км (a)	
1-4	2-6	2-4	3-5	коротка вісь, км (b)	
-	-	-	-	купола	
-	2-3	2-3	-	брахіскладки	
4-5	3-4	3-6	4-5	лінійно-витагнуті	
>1.7	<1.0	1.3-1.7	1.0-1.3	щільність тектонічних порушень, км/км ² (Ш _т)	
-	-	<0.15	<0.10	плікативного (К _{пл})	
0.5-0.7	0.3-0.7	0.5-0.9	0.3-0.7	поздовжнього (К _{позд})	
0.5-0.7	0.2-0.4	0.2-0.4	0.2-0.4	поперечного (К _{поп})	
30-40°	<30°	>70°	50-70°	кут нахилу освої поверхні (α)	
30-40°	15-30°	20-50°	15-40°	кут нахилу порід на крилі (β)	
Дуже дрібні, менше 1 млн. т	Великі, середні 10-30 млн. т і більше	Дрібні, 1-5 млн.т	Середні, невеликі 5-30 млн.т	Величина запасів нафти і газу	
Попельська Оболонська Бабенська Могодківська	Урицька Орів-Уличанська Бориславська Супинська Семигінівська Янівська Південнобухтівська Південнокременівська	Монастирська Бухтівська Повбушанська Вільхівська Дзвиняцька Пнівська	Старосамбірська Долинська Іванківська Майданська Космацька Битківська Північнодолинська Нижньостругинська	ПРИКЛАДИ	

Рис.4.5. Класифікація локальних структур Бориславсько-Покутської зони за кількісними показниками
Склада: Михайлів І.Р., 2002 рік

В цілому, структури, які мають збережену склепінну частину в своїх надрах переважно містять поклади з газовою (газоконденсатною) фазою.

3. Запропонована класифікація дозволяє описати морфологічні особливості структур, що в свою чергу визначають методику ведення пошуково-розвідувальних робіт. Окремо слід зауважити, що структури I і II груп містять пластові склепінні тектонічно екрановані поклади. Структури III і IV груп містять тектонічно екрановані поклади.

РОЗДІЛ 5

ВПЛИВ ТЕКТОНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ХАРАКТЕР РОЗПОДІЛУ ЛОКАЛЬНИХ СТРУКТУР ТА УТВОРЕННЯ ПАСТОК У БОРИСЛАВСЬКО-ПОКУТСЬКІЙ ЗОНІ

5.1. Модель процесу складкоутворення та формування розривних порушень

Структурні форми Бориславсько-Покутської зони за своїм генезисом є складками поздовжнього згину, які утворились при згинанні серії пластів під дією зовнішніх сил [106, 107]. Для протікання процесу зминання пластів в складки породи в певній мірі повинні бути здатні передавати напруги, викликані прикладанням зовнішніх сил, тобто вони повинні володіти певною жорсткістю. Складчастість такого типу розвивається шляхом пластичної деформації, тобто деформації, яка залишається після припинення дії сил і відбувається без суттєвого руйнування матеріалу. Така деформація пропорційна не лише силам, що її викликають, а і тривалості прикладання цих сил [12, 108, 109].

Складчастість геосинклінального типу утворюється під дією горизонтально направлених стискаючих тектонічних сил, коли діючі сили і головні осі деформацій мають певну орієнтацію [12]. Мала вісь деформації **С**, по якій відбувається значне скорочення ділянки, що деформується, розташовується приблизно горизонтально, перпендикулярно простягання складчастого комплексу (навхрест осьових ліній головних складок).

Друга головна вісь деформації **В**, по якій також відбувається скорочення розмірів ділянки, однак менше ніж по осі **С**, розташовується горизонтально та орієнтована паралельно простягання складчастого комплексу, тобто паралельно осьовим лініям головних складок. Зім'яття

порід в складки відбувається в напрямку простягання осьових ліній складок. При такій орієнтації головних осей деформації, третя велика вісь **A** має вертикальне положення. Це свідчить, що при складкоутворенні буде відбуватись збільшення розмірів ділянки, що деформується у вертикальному напрямку. На жаль, ця схема розташування діючих сил і головних осей деформацій дає уявлення тільки про загальну обстановку деформації цілого складчастого поясу, але не може пояснити особливості процесу складкоутворення в середині складчастого комплексу.

Як зазначалось вище, складки поздовжнього згину утворюються в зв'язку з тангенціальним стисканням, а орієнтація головних осей деформації на крилах складки в кожному випадку залежить від величини їх нахилу. Місцева орієнтація головних осей деформації може суттєво змінюватись від місця до місця в різних ділянках складки і в загальному випадку не співпадати із загальним положенням головних осей деформації, характерних для всього складчастого комплексу.

Оскільки кінематику процесу складкоутворення, яка визначається положенням головних осей деформації, визначити в даному випадку практично не можливо, виходимо з того, що динамічна обстановка процесу формування локальних структур-складок Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину визначалась активною участю тектонічних рухів вертикального і горизонтального спрямування [110].

Процес складкоутворення починається з того, що горизонтально залягаючий пласт під дією тектонічних рухів зазнає деформації (рис. 5.1) з утворенням антиклінальних і синклінальних перегинів (1), які між собою розділені зонами сколюючих напруг. На схилах цих перегинів найбільш інтенсивно проявляється дія пари сил, яка пов'язана з поздовжнім згином, що спричинений горизонтальним стисканням.

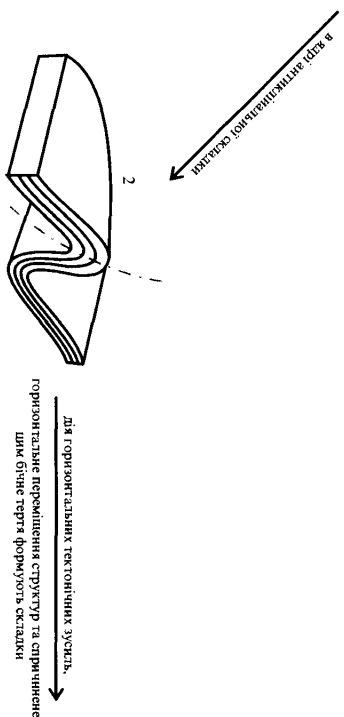
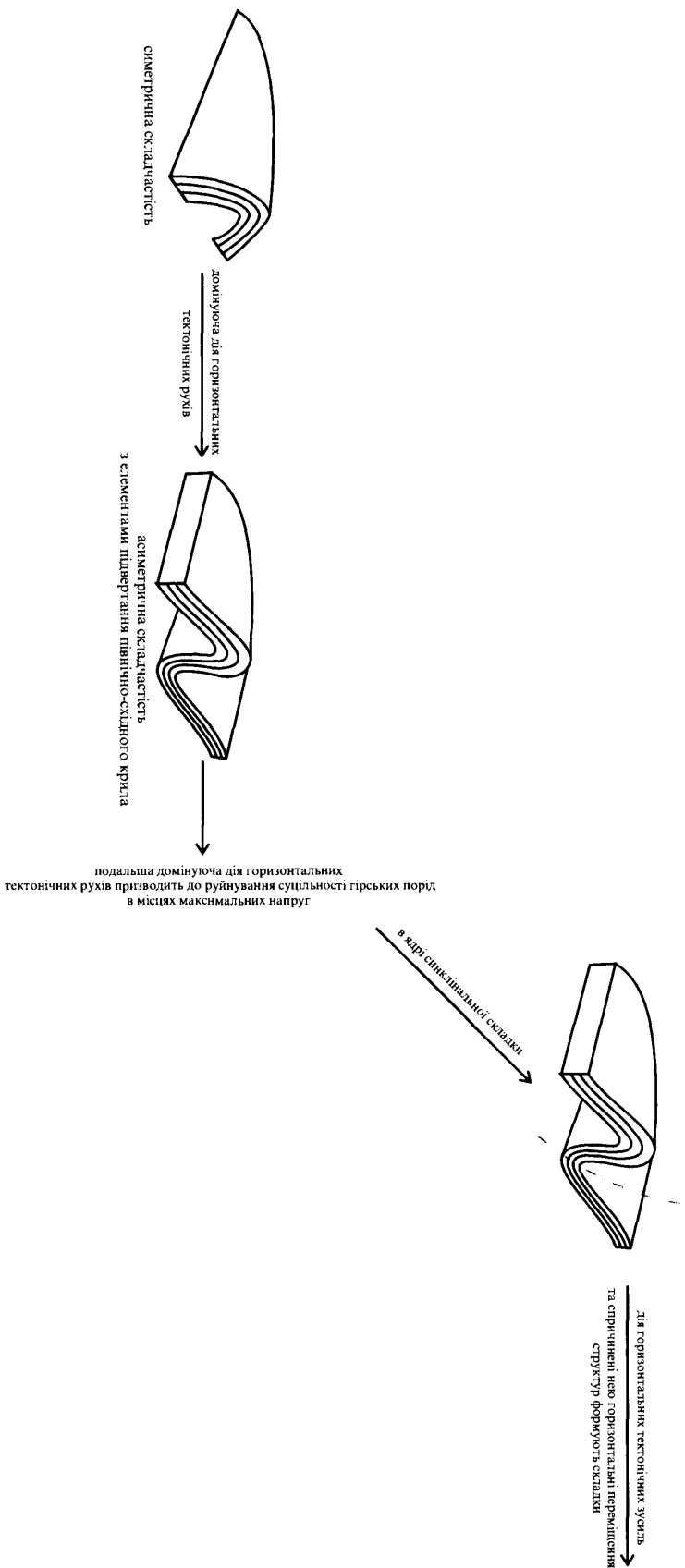
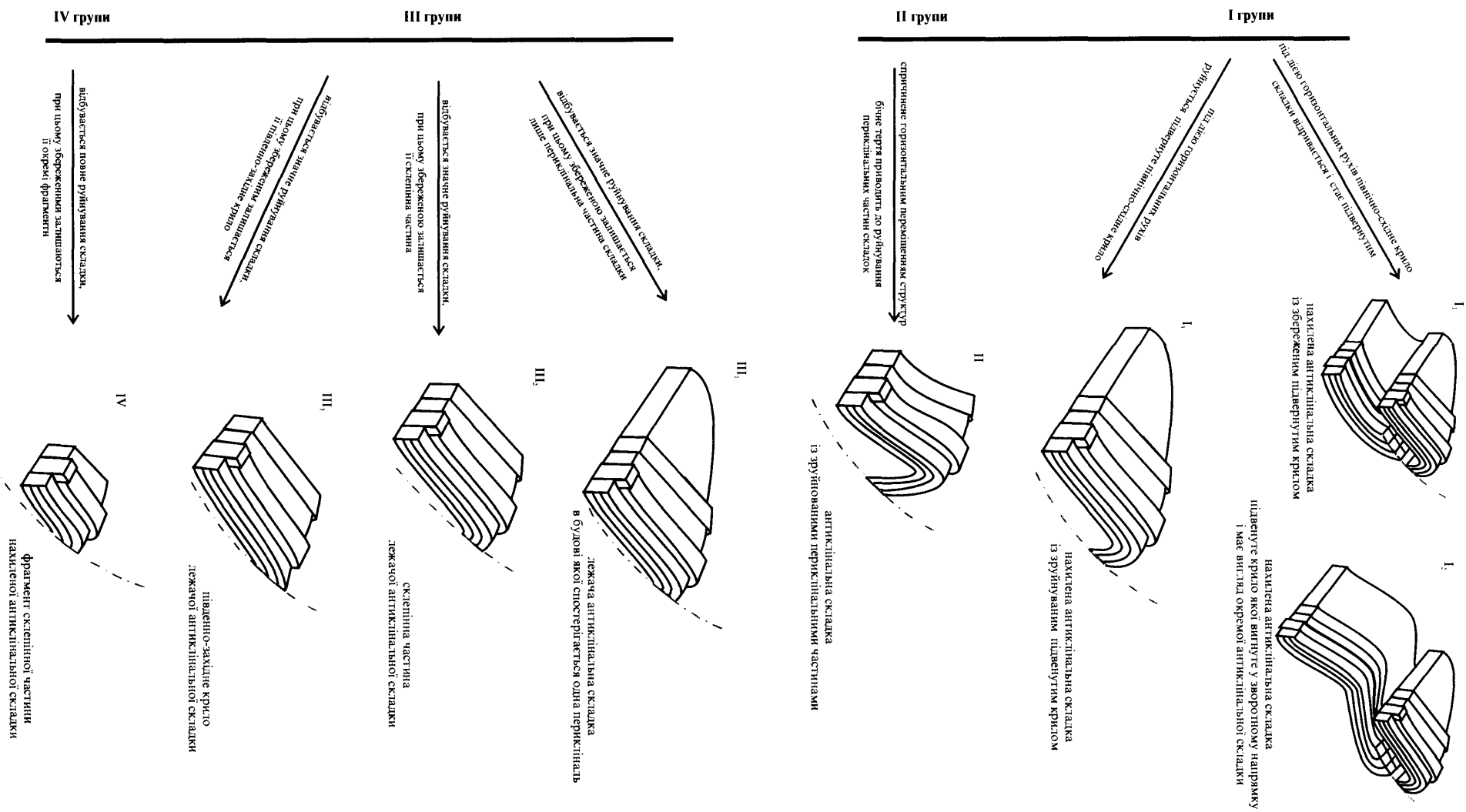


Рис. 5.1.Процес складкоутворення у Бориславсько-Покутській зоні Передкарпатського прогину
Складла: Михайлів І.Р.. 2002 рік



Вертикальні зусилля та їх нерівномірність по площі визначають розподіл осей антиклінальних і синклінальних складок.

Подальша дія тектонічних рухів, що характеризується домінуванням рухів горизонтального спрямування призводить до того, що складки набувають ознак асиметричності (2), а в подальшому, до руйнування суцільності гірських порід в місцях максимальних концентрацій напруг. Цей процес руйнування може відбуватись двома шляхами або в ядрі антиклінальної, або в ядрі синклінальної складки, що в свою чергу є визначальним при формуванні різних морфологічних груп складок.

При руйнуванні суцільності гірських порід в ядрі синклінальної складки (3₁) відбувається формування складок I і II груп, запропонованої в розділі 4 класифікації. Визначальним фактором при формуванні складок I групи, які характеризуються збереженістю своєї будови, є домінування горизонтальних рухів, тривала дія яких призводить до розбиття складок на блоки з подальшим підвертанням крутого (північно-східного) крила (I₁) або ж з його зрізанням (I₂). В деяких випадках збережене підвернуте крило вигинається у зворотному напрямку і набуває вигляду окремої антиклінальної складки (I₃).

Визначальним фактором при формуванні складок II групи, окрім тривалої дії горизонтальних рухів, слід виділити й бічне тертя спричинене, цими ж рухами. Ці дві сили призводять до більшого стискання складки (тангенціальні рухи) та руйнування її периклінальних частин (бічне тертя). Цей процес супроводжується і “вирівнюванням” осьових поверхонь, оскільки складки мають майже вертикальні осьові поверхні.

В цілому ж, складки II групи сформувались при сумарно більшій величині тектонічних зусиль, ніж складки I групи.

Формування складок III і IV груп запропонованої класифікації взяло свій початок при руйнуванні суцільності гірських порід в ядрі антиклінальної складки (3_2). При формуванні складок вищевказаних груп, крім тангенціальних рухів, що спричинюють насування одних складок на інші, значну роль відіграє і бічне тертя. Тривала і значна дія горизонтальних рухів та одностороннє бічне тертя призводять до формування “складок-перикліналей” (III_1). Другий різновид складок цієї групи, так звані “склепінні складки” (III_2) сформувались на відміну від попередніх при дії двостороннього бічного тертя (це крім тангенціальних зусиль), що привело до руйнування периклінальних частин. Складки, які мають збереженим одне крило (III_3), сформувались аналогічно до попередніх. Слід відмітити, що при формуванні таких різновидів складок III групи значну роль відіграв процес насування (переміщення) одних складок по інших. В розрізі складки III групи мають вигляд насунутих одна на одну пластин. При формуванні таких складок відбувалось розвантаження напруг в процесі руйнування склепінної частини вихідної антикліналі.

I, нарешті, складки IV групи, при дії трьох чинників (тектонічні рухи горизонтального напрямку, насування одних складок на інші і сильне бічне тертя) набули свого сучасного вигляду [111]. Вони сильно затиснуті між тектонічними порушеннями, що є концентраторами напруг, які передаються в тіло складки [110].

Сучасний напружений стан різних морфологічних форм, виділених серед складок Бориславсько-Покутської зони, пояснюється протіканням процесу складкоутворення і зображено на схемі розподілу деформацій (рис. 5.2).

Характер розподілу деформації у вигнутому шарі гірських порід залежить від механічних властивостей речовини, але в ідеальному випадку на зовнішній дузі шару відбувається розтягування, на

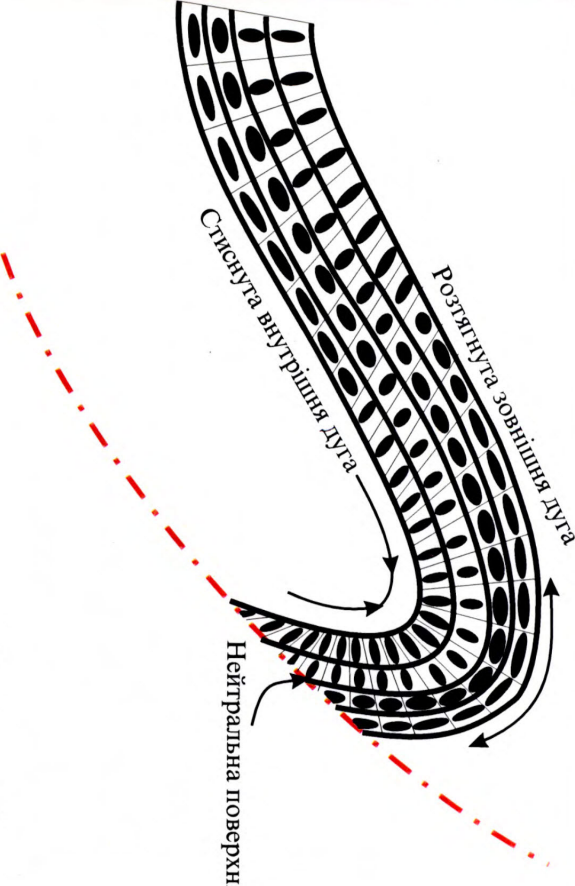
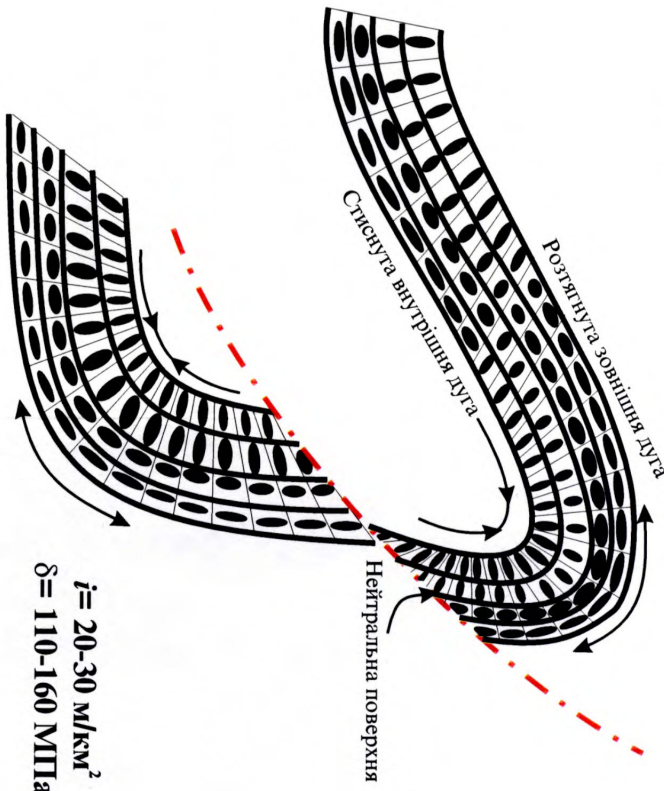
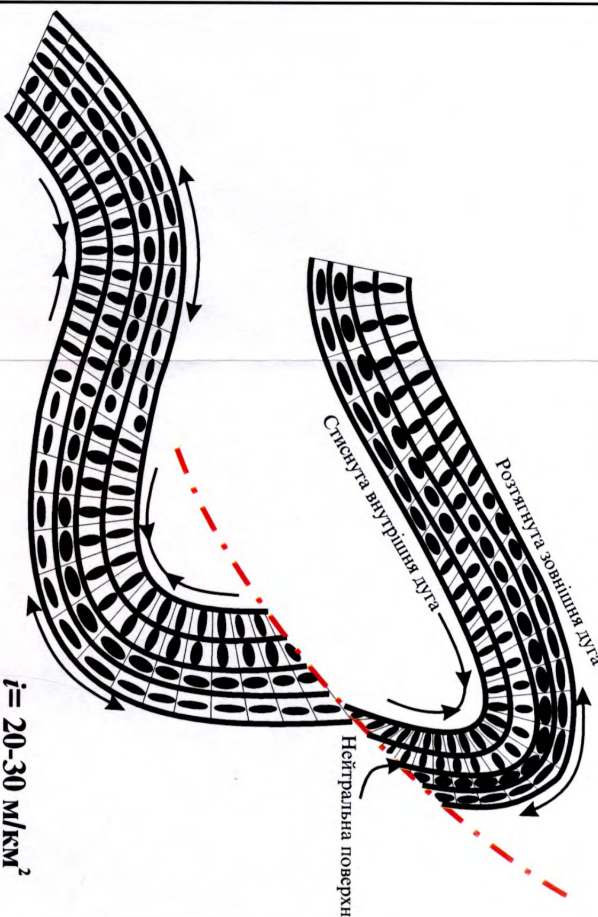
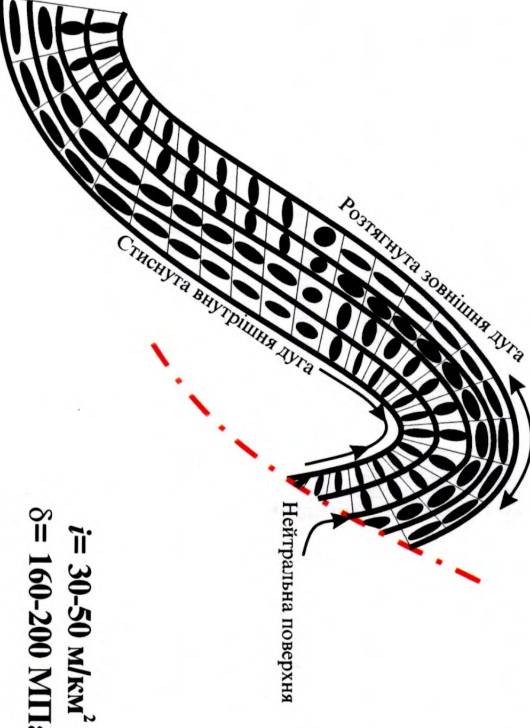
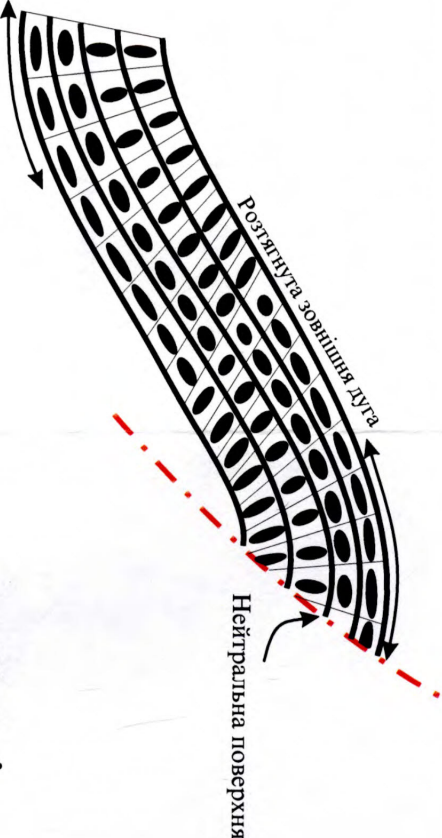
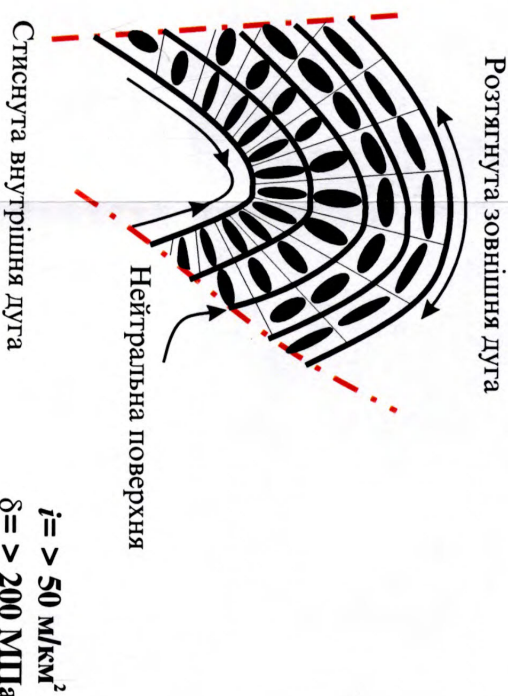
I група		
нахилені антиклінальні складки із зруйнованим підвернутим крилом	нахилені антиклінальні складки із збереженим підвернутим крилом	нахилені антиклінальні складки підвернуті крила яких вигнуті у зворотньому напрямку
 $i = 20-30 \text{ м/км}^2$ $\delta = 110-160 \text{ МПа}$	 $i = 20-30 \text{ м/км}^2$ $\delta = 110-160 \text{ МПа}$	 $i = 20-30 \text{ м/км}^2$ $\delta = 110-160 \text{ МПа}$
II група		
вертикальні антиклінальні складки	лежачі антиклінальні складки (складки-пластини)	фрагмент скеліної частини антиклінальних складок
 $i = 30-50 \text{ м/км}^2$ $\delta = 160-200 \text{ МПа}$	 $i < 20 \text{ м/км}^2$ $\delta < 110 \text{ МПа}$	 $i > 50 \text{ м/км}^2$ $\delta > 200 \text{ МПа}$

Рис. 5.2. Схема розподілу деформацій у складках Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину на момент закінчення їх формування
Складла: Михайлів І.Р., 2002 рік

внутрішній – стискання, а десь між ними проходить “нейтральна поверхня”, на якій не спостерігається деформація розтягу – стискання. Вимір довжини нейтральної поверхні по розрізу, що містить ряд складок поздовжнього згину, дає приблизну протяжність шару до виникнення складок.

В природі поздовжній згин розвивається до тих пір, доки стискаюча складова напруги не співпадає по напрямку із заляганням шару [12, 112, 113].

В той же час, на момент розриву суцільності гірських порід у прирозломній зоні утворюється ділянка максимальних стиснень, що призводить до ущільнення гірських порід (рис. 5.3). В даному випадку, ці ущільнюючі зусилля призвели до того, що по площині насуву утворюється “непроникна зона” і таким чином, ці тектонічні порушення завжди виступають екранами можливих покладів нафти і газу.

В цілому, слід відмітити, що на фоні дії регіональних тектонічних сил в напрямку з південного заходу на північний схід, структури Бориславсько-Покутської зони сформувались при дії тектонічних рухів, які мали різну силу і напрямок прикладання. Це підтверджується визначеними для складок кількісними параметрами, встановленими генетичними зв'язками між ними та орієнтацією площин тріщин в просторі, що описано в роботах О.О. Орлова та О.М. Трубенка [114-116].

5.2. Визначення ділянок максимальної інтенсивності тектонічних рухів

Розроблена класифікація дозволила об'єднати складчасті структури Бориславсько-Покутської зони в певні групи за їх морфологічними ознаками в залежності від генезису, що виражено в кількісних параметрах.

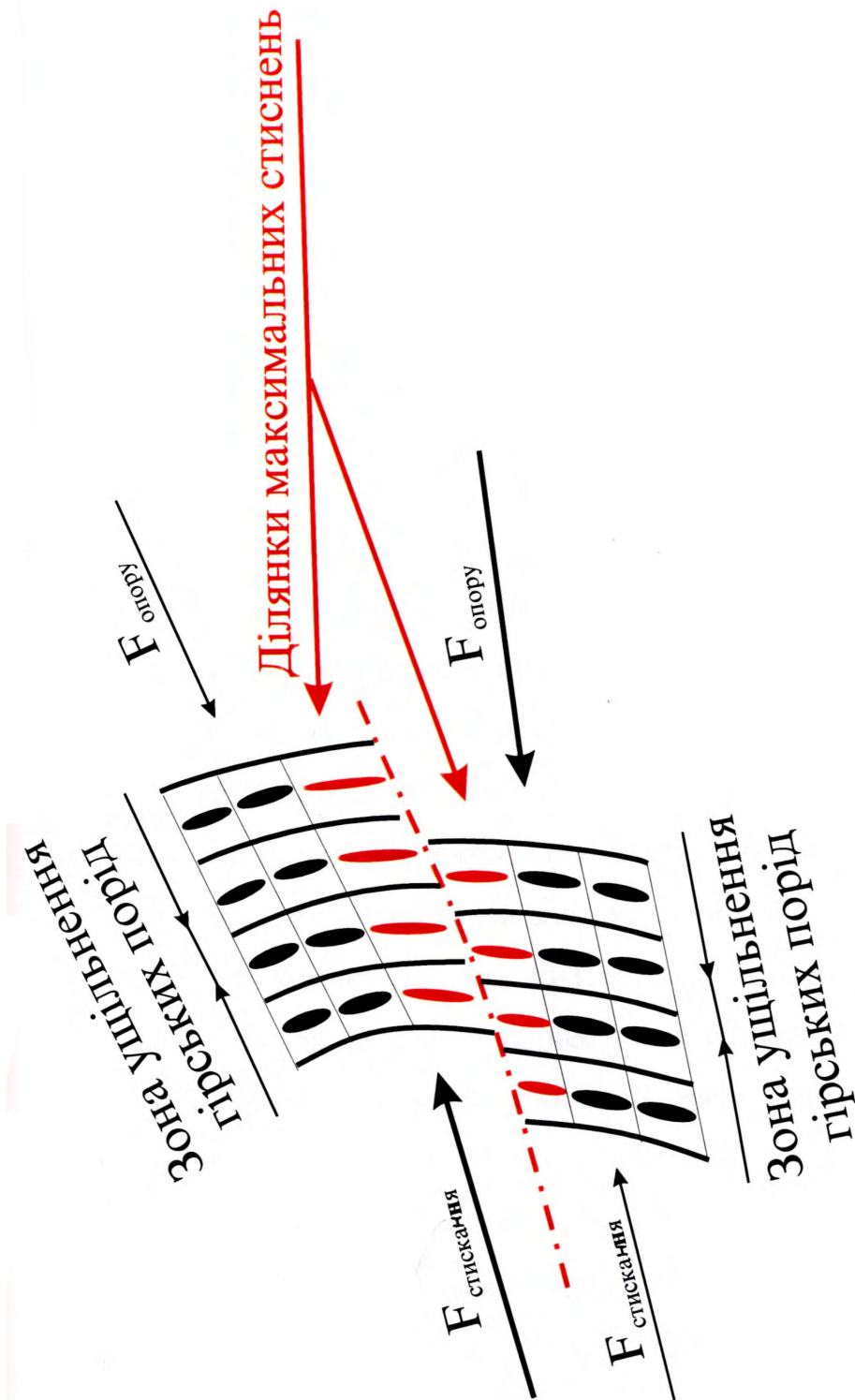


Рис. 5.3. Схема розподілу деформацій у прирозломній зоні на момент розриву суцільності гірських порід
Склала: Михайлів І.Р., 2002 рік

На розподіл складок різних груп в структурі Бориславсько-Покутської зони, на наш погляд, суттєвий вплив має величина насуву одних структурно-тектонічних елементів на інші.

Структура першого ярусу зазнала найбільших перебудов, оскільки ярус перемістився на більшу відстань порівняно з іншими і в його будові спостерігаються складки усіх чотирьох груп. Загалом, до Опаківського розлому розвинуті складки в своїй більшості однорідні за мірою збереженості, які відносяться до першої і другої груп (складки Старосамбірська, Блажівська, Монастирецька, Південомонастирецька, Нагуєвицько-Ясеницька, Опаківська та Смильнянська), за винятком Добромильської складки, яка більш зруйнована і частково перекрита насупом Старосамбірської та Блажівської складок.

Перша ділянка максимальних концентрацій деформацій приурочена до складок, розвинутих в Попельському блоці (Попельська, Південнопопельська), які відносяться до четвертої групи.

За Раточинським розломом розвинута серія сильно порушених складок, які мають збережені лише південно-східні периклінали (складки Бориславська, Південнобориславська, Урицька) і відносяться до третьої групи, а Заводівська та Стинаво-Танявська відзначаються дуже складною будовою і їх дуже важко віднести до будь-якої групи. Така картина будови ярусу можливо пояснюється тим, що до Танявського блоку включно перший ярус перекритий насупом Скибової зони Карпат.

Долинський нафтогазопромисловий район і частина Надвірнянського (до Манявського розлому) характеризуються розвитком структур першої та другої груп, про що свідчить характер їх збереженості. Виключенням є лише Оболонська складка, яка сильно стиснута через значну амплітуду насуву Нижньострутинської складки. Тут розташована друга ділянка максимальних концентрацій напруг.

За Манявським розломом спостерігається зміна у тектонічній будові ярусу. Між Манявським і Прутським розломами спостерігається третя ділянка підвищених значень напруженості. Тут розвинуті переважно брахіформні складки, які характеризуються різною мірою збереженості. Чолові складки (Бухтівецька, Довбушанська, Бистрицька) відзначаються більше збереженою формою і відносяться до другої групи, а складки північно-західної лінії Південнобухтівецька, Південнобистрицька, Кременецька, Південнокременецька та Пигівська відносяться до третьої групи, і є менш збереженими.

Складки другого ярусу характеризуються теж різною мірою збереженості. Так, в Бориславському і Долинському районах присутні складки всіх чотирьох груп. Пояснюється це можливо тим, що перший ярус повністю перекриває другий аж до Перегінського блоку з амплітудою насуву 5-14 км. Складки Надвірнянського району в переважній більшості відносяться до першої групи, але за Любіжнянським розломом вони більш зруйновані і належать до II та III груп, оскільки частково або повністю перекриті насувом.

Більш детально картина другого ярусу виглядає наступним чином.

На крайньому північному заході поширені витягнуті і вузькі складки, які мають меншу збереженість (Стрільбицька та Сушицька). Вони відносяться до третьої групи, на відміну від них Північноблажевська складка - чолова - більше збережена і її за напруженим станом слід віднести до першої групи. По мірі висування блоків на північний схід по площинах тектонічних порушень, починаючи з Монастирецького блоку, розвинуті складки першої групи (складки Нагуєвицько-Ясеницька-II та Опаківська-II) і лише Бистрицька складка характеризується більшою зруйнованістю і відповідно відноситься до третьої групи. Слід зазначити, що в Бориславському районі чолові складки відносяться до першої групи.

Аналогічно до I ярусу складки (Попельська-II та Південнопопельська-II) затиснуті в Попельському блоці, сильно зруйновані. Вони утворились при дії значних тектонічних зусиль, характеризуються високою напруженістю і відносяться до четвертої групи. Тут зосереджена перша ділянка максимальної концентрації деформації.

Крім вищевказаного, у II ярусі в межах Бориславського району розвинуто п'ять ліній складок. Складки четвертої та п'ятої ліній, які затиснуті між Ступнянським і Раточинським розломами, характеризуються доброю збереженістю та відносяться до другої групи (Гутівська і Старокропивницька складки).

Далі по простяганню II ярусу по площині Раточинського розлому спостерігається висування блоків на північний схід і складки, що беруть участь в будові цієї ділянки характеризуються більшою збереженістю (Бориславський піднасув, Станільська, Іваніківська, Південноіваніківська, Масловецька та Новосхідницька) і відносяться до першої та другої груп. Лише Кропивницька складка, яка затиснута між Раточинським та Клодницьким порушеннями, сильно зруйнована і належить до четвертої групи.

За Іваніківським розломом спостерігається зменшення числа ліній складок від 5 до 1, а тому всі розвинуті тут складки характеризуються сильною порушеністю та відносяться до третьої групи.

Далі по простяганню будова II ярусу сильно ускладнюється появою підвернутих крил Стинаво-Танявської, Північнодолинської і Нижньострутинської складок. Ці елементи мають вигляд відокремлених складок досить складної будови і характеризуються дещо відмінними значеннями коефіцієнтів інтенсивності структуроутворення та напруженості гірських порід.

Починаючи з Вільхівського блоку II ярус структур характеризується доброю збереженістю і складки (Вільхівська, Підлісівська, Майданська, Луквинська, Богрівська, Стара Копальня та Газова) відносяться до першої та другої груп. Виключенням лише є сильно зруйновані Бабченська та Молодьківська складки четвертої групи.

За Бабченським розломом спостерігається деяке розвертання блоків і зменшення їх ширини. До цього місця приурочена друга ділянка максимальної напруженості структур. Складки крайньої південно-західної лінії відносяться до третьої групи.

Складки Надвірнянського району частково або повністю перекриті насувом, що зумовило деяку різницю у характері збереженості їх форми. Бабченська, Молодьківська та Зеленецька складки спотворені насувами в структурі самого ярусу, а Чемигівська складка розбита Покутським розломом.

Складки третього ярусу займають положення близьке до початкового, тобто таке, яке ярус займав до утворення насувів (амплітуда насуву на автохтон складає 0,5-5 км), а тому складки, які беруть участь в його будові, в переважній більшості відносять до I і II груп, лише за виключенням деяких, які знаходяться на межі Бориславського та Долинського нафтогазопромислових районів, де зустрічаються дрібні складки III групи.

В цілому, у III ярусі розвинуті переважно складки I групи, але на межі Бориславського та Долинського нафтогазопромислових районів зустрічаються дрібні складки третьої групи (вони сформувались в районі вигинання III ярусу по Іванківському розлому). Оскільки для Бориславського та Долинського нафтогазопромислових районів характерним є існування двох ліній складок і виключенням в цій картині є розвиток Кропивницької-II та Лугівської складок, що формують третю

лінію. Ці складки сильніше зруйновані порівняно з іншими і відносяться також до третьої групи.

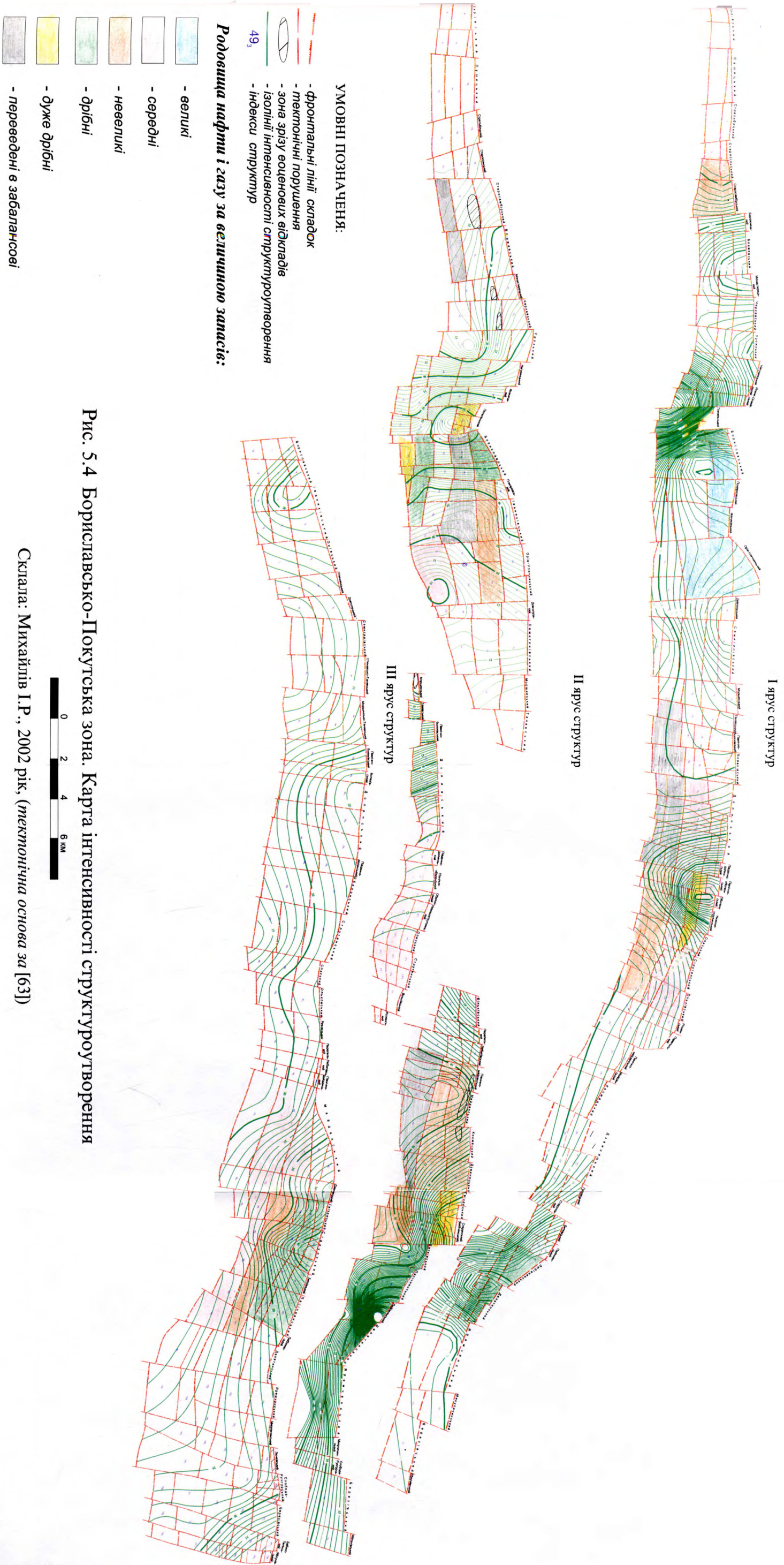
Слід відзначити, що в чоловіх складках, які розташовані за Майданським блоком та висунуті на північний схід відмічається більша порушеність і їх слід віднести до другої групи (складки Дзвиняцька, Гвіздецька, Пнівська, Південногвіздецька та Слобода-Рунгурська). Березівська, Бабино-Пільська та Прутська складки мають будову, аналогічну до Північноберезівської складки, але зруйновані Покутським розломом і їх важко віднести до будь-якої групи.

Частковий насув одних складок на інші спотворює загальні закономірності будови ярусу (такі перекриття мають місце в районі Гвіздецької і Пнівської складок).

Для зображення характеру зміни величини тектонічних рухів по площі Бориславсько-Покутської зони побудовано карти ізоінтенсивностей (рис. 5.4) відповідно для кожного з тектонічних поверхів.

Аналізуючи побудовані карти можна зробити наступний висновок:

1. Для першого тектонічного поверху характерна наявність трьох ділянок сильної концентрації напруг: перша – в Бориславському нафтогазопромисловому районі, в межах Попельського блоку; друга – в Долинському нафтогазопромисловому районі, в межах Оболонської складки; третя – в Надвірнянському нафтогазопромисловому районі, в межах Любіжнянського і Делятинського блоків. Серед виділених ділянок найбільшими напругами характеризується перша ділянка. Решта площі характеризується плавною зміною напруг в невеликому діапазоні. При цьому, в Бориславському і Долинському районах вони зменшуються до фронтальної частини зони, а в Надвірнянському, навпаки, в напрямку до фронтальної частини напруги збільшуються.



2. Для другого тектонічного ярусу характерна наявність також трьох ділянок значних концентрацій напруг, їх місцеположення відповідає характеру розташування у першому ярусі. Однак максимальні напруги тут уже сконцентровані у Надвірнянському нафтогазопромисловому районі. Для решти території спостерігається плавне зменшення напруг від фронтальної частини зони.

3. Для третього тектонічного ярусу відсутній характерний розвиток ділянок значних концентрацій напруг і тільки в районі Старунського блоку спостерігається незначне їх підвищення.

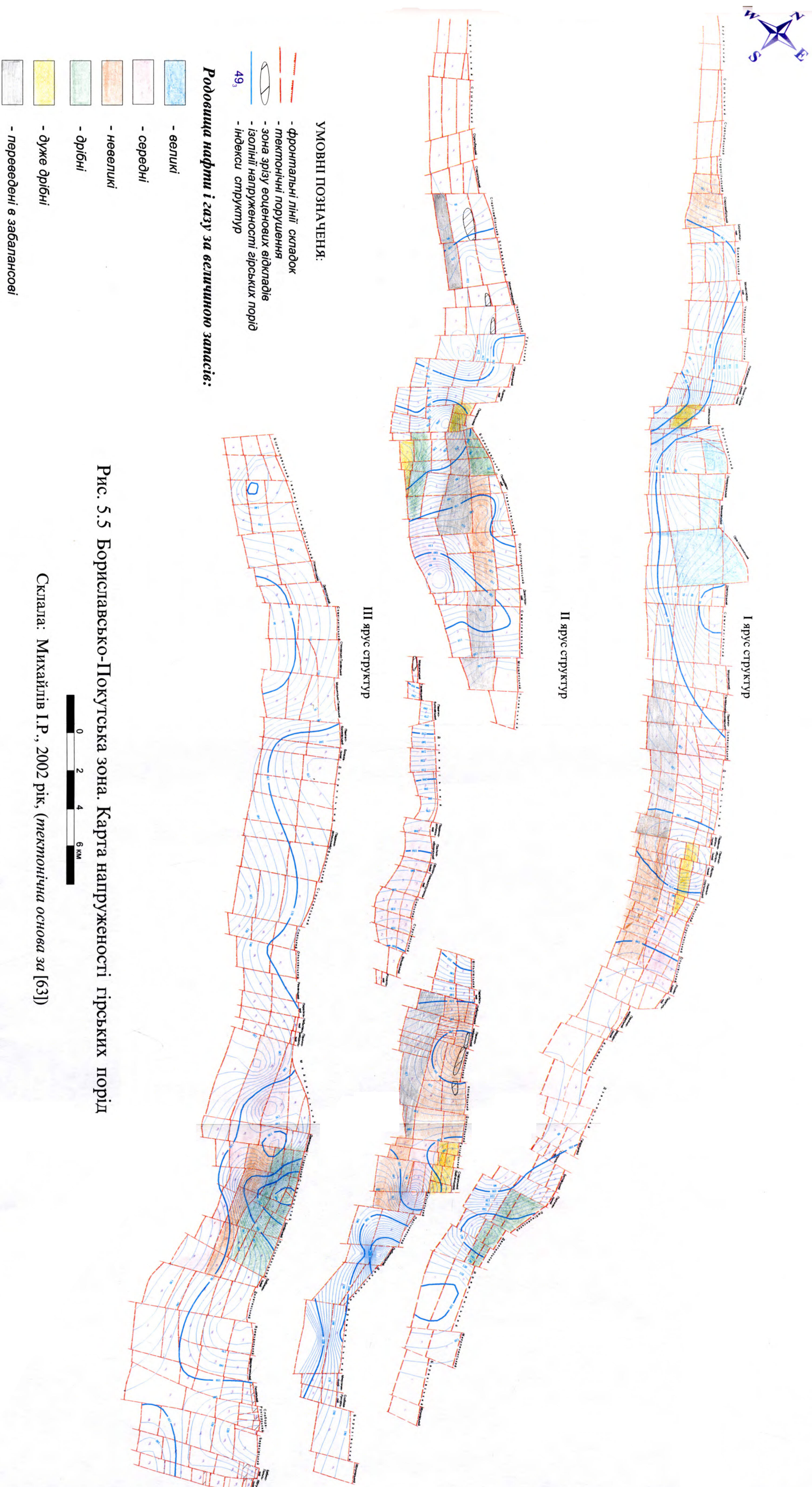
Наприкінці слід зазначити, що такі ділянки локальних максимумів концентрації напруг по простяганню Бориславсько-Покутської зони приурочені до сильно порушених ділянок, які розташовані на перетині тектонічних порушень і відповідно характеризуються високими значеннями щільності тектонічних порушень.

Такий характер розподілу ділянок максимальної концентрації напруг по площі Бориславсько-Покутської зони підтверджується і побудованою картою напруженості гірських порід (рис. 5.5).

5.3. Встановлення взаємозв'язку нафтогазоносності структури з характером напруг в їх надрах

Як вказувалось вище (5.2), територія Бориславсько-Покутської зони характеризується нерівномірним розподілом деформацій та напруг по її площі, в той час як родовища нафти і газу поширені майже по всьому простяганню зони [117]. Тому необхідно встановити наявність або відсутність зв'язку між розподілом напруг і деформацій в структурах з їх нафтогазоносністю.

Аналізуючи характер розміщення родовищ вуглеводнів по площі Бориславсько-Покутської зони бачимо їх приуроченість до ділянок, які



відзначаються різними напругами, що кількісно характеризуються значеннями i та δ . Так, наприклад, в надрах “ненапружених” структур ($i < 20$ м/км², $\delta < 110$ МПа) відкриті Бориславське (поклади Глибинної складки), Заводівське, Семигинівське, Південномонастирецьке (поклад Сушицької складки) та інші родовища. Такі родовища, як Долинське, Північнодолинське, Старосамбірське, Струтинське та інші відкриті в одноіменних “слабонапружених” структурах ($i = 20-30$ м/км², $\delta = 110-160$ МПа). В надрах “напружених” структур ($i = 30-50$ м/км², $\delta = 160-200$ МПа) відкриті Пнівське, Південногвіздецьке, Гвіздецьке, Бистрицьке та інші родовища. Також відмічається наявність покладів нафти і газу на ділянках максимальної концентрації напруг – “сильнонапружені” структури ($i > 50$ м/км², $\delta > 200$ МПа). Прикладами таких скупчень можуть бути поклади нафти і газоконденсату Попельських складок Бориславського родовища, поклади нафти Кропивницької складки Новосхідницького родовища, поклади нафти і газу Бабченської складки та поклади нафти Молодківської складки Битків-Бабченського родовища.

Проведені нами дослідження характеру розподілу балансових та видобувних запасів родовищ нафти і газу в залежності від напруженого стану структури, до якої приурочено родовище, довели, що чіткого розподілу величини запасів не спостерігається. Наприклад, в “ненапружених” структурах (III група структур у запропонованій класифікації) відомо декілька родовищ, які характеризуються різною величиною видобувних запасів. Так, Бориславське (поклади Глибинної складки) відноситься до великих, Орів-Уличнянське та Заводівське відносяться до невеликих [118]. Величина видобувних запасів Семигинівського родовища на сьогодні оцінюється у 3200 тис. т нафти (родовище відноситься до невеликих), що не є остаточною величиною, оскільки окремі блоки структури знаходяться на стадії опошукування.

Геологічна будова Південномонастирецького родовища (Сушицька складка) ще недостатньо вивчена. Тут взагалі експлуатується лише одна свердловина, а величина видобувних запасів оцінена лише у 350 тис. т нафти. Тому, на родовищі доцільно провести розвідувальні роботи, що дозволять уточнити геологічну будову і провести перерахунок запасів нафти. Янківське родовище і поклади нафти Якубівської складки Північнодолинського родовища відносяться до дуже дрібних, видобувні запаси яких становлять відповідно 100 і 101 тис. т нафти. Слід відмітити, що Янківське родовище знаходиться в розвідці, а на Якубівську складку пробурено лише дві свердловини, одна з яких знаходиться в аварії, тому нафтогазоносність цієї ділянки не оцінена в достатній мірі і запаси нафти цих структур підраховані лише в радіусі дренажу свердловини.

В “слабонапружених” структурах (І група) відкрито значну кількість родовищ нафти і газу, які також різняться між собою за величинами запасів. Так, Долинське (38320 тис. т нафти), Битків-Бабченське (Глибинна склака – 12534 тис. т нафти та 44231 млн. м³ газу) відносяться до великих і середніх. Відкрита також низка невеликих за величиною запасів родовищ: Північнодолинське (6655 тис. т нафти і 2810 млн. м³ газу), Струтинське (6081 тис. т нафти і 2204 млн. м³ газу), Росільнянське (480 тис. т нафти і 6314 млн. м³ газу) та інші. В надрах “слабонапружених” структур відкриті також і дуже дрібні за запасами родовища: Рудавецьке (Богрівська складка) та поклади Південноіваниківської складки Іваниківського родовища, видобувні запаси яких становлять відповідно 33 тис. т нафти та 323 тис. т нафти. Окремо слід відмітити, що запаси еоценових покладів Південноіваниківської складки через невизначеність ряду параметрів підрахунку переведені в забалансові. На Рудавецькому родовищі ще досі не реалізовано проект, який передбачав буріння трьох незалежних і трьох

залежних свердловин, що дозволило би деталізувати будову родовища та перерахувати запаси.

Родовища, приурочені до “напружених” структур (II група) відносяться в переважній більшості до дрібних за величиною видобувних запасів. Їх прикладами можуть бути Бориславське родовище, де в покладах складки Бориславський піднасув міститься 3630 тис. т нафти і 1707 млн м³ газу, Бистрицьке родовище, яке містить 4171 тис. т нафти, Довбушанське родовище, яке містить 3350 тис. т нафти і 316 млн м³ газу та інші родовища.

І нарешті, поклади, приурочені до “сильнонапружених” структур (IV група) за величиною видобувних запасів належать до дуже дрібних. Прикладами таких скупчень можуть бути поклади Кропивницької складки Новосхідницького родовища, які містять 60 тис. т нафти; Молодківська та Бабченська складки Битків-Бабченського родовища, які містять відповідно 122 тис. т нафти і 31 тис. т нафти та 354 млн м³ газу; Попельські складки, які сумарно містять 1091 тис. т нафти і 536 млн м³ газу.

Загальна картина розподілу балансових і видобувних запасів по структурах Бориславсько-Покутської зони наведена в табл. 5.1.

Аналізуючи дані табл. 5.1 спостерігаємо, що загалом існує деяка градація між величиною запасів та характером напруженого стану структурної форми, до якої приурочено родовище нафти і газу, тобто в залежності від величини видобувних запасів по структурах маємо наступне:

1) ненапружені структури III групи містять великі і середні родовища (Бориславське, поклади Глибинної складки, Орів-Уличинянське, Семигинівське та ін.);

Таблиця 5.1

Розподіл балансових та видобувних запасів нафти і газу по
структурах в залежності від напруг в їх надрах [119]

Складка	Запаси категорій A+B+C ₁				Примітка
	Балансові		видобувні		
	нафти, тис.т	газу, млн. м ³	Нафти, тис.т	газу, млн. м ³	
І група					
Старосамбірська	10729		3719	440*	
Долинська	112687		3820	12963*	
Північнодолинська	24091	2818	6655	2818	
Вигода-Витвицька	5279		845	214*	переведено в забалансові
Струтинська	25339	600	6081	2204*	
Спаська	22577		2228	493*	
Іваниківська		2839	2843	681	
Південноіваниківська		323	323	23	переведено в забалансові
Майданська		1294		1294	
Луквинська	4983		1833	726	
Богрівська	330		33	2*	
Стара Копальня	7667		953	1005*	
Газова	2951		501	147*	
Якубівська	674		101		у розвідці
Россільнянська	829	6314	480	6314	
Космацька		9224	811	9224	
Битківська Глибинна	85436	44201	12534	44231	
Пасічнянська- Раковецька	10503		5089	1836	
II група					
Довбушанська	22340	316	3350	316	
Бистрицька	27817		4174	427	
Бориславський піднасув	8775	1003	3630	1707	
Новосхідницька-II	8795		703	1283*	
Південногвіздецька	5299	524	1494	1030	
Гвіздецька	8471		1297	459*	
Пнівська	2114		423	494	

Продовження табл. 5.1

Складка	Запаси категорій А+В+С ₁				Примітка
	Балансові		видобувні		
	нафти, тис.т	газу, млн. м ³	Нафти, тис.т	газу, млн. м ³	
III група					
Бориславська Глибинна	82275		33635	13153	
Орів-Уличнянська	22818		4524	2853*	
Південномонасти- рецька-II	1194		350	29*	ДПЕ
Заводівська-II	13344		3793	1724*	
Семигинівська	10666		3200	995*	в опошукуванні
Янківська	371		100		у розвідці
IV група					
Попельська	2706		1091	536	
Попельська-II	2391	80	65		
Кропивницька	1557		60	5*	
Молодьківська	555		122	119*	
Бабченська	282	354	31	354	

* - запаси розчиненого газу.

2) слабонапружені структури I групи містять переважно середні і невеликі родовища (Долинське, Північнодолинське, Струтинське, Старосамбірське та ін.);

3) напружені структури II групи містять дрібні родовища (Пнівське, Південногвіздецьке, Гвіздецьке, Бистрицьке та ін.);

4) сильнонапружені структури IV групи містять дуже дрібні родовища (Бориславське родовище: поклади нафти і газоконденсату Попельських складок, Новосхідницьке родовище: поклади нафти Кропивницької складки, Битків-Бабченське родовище: поклади нафти і газу Бабченської складки та поклади нафти Молодьківської складки).

Таким чином, аналізуючи вищевказане, можна зробити висновок, що зі збільшенням напруг і деформацій в тілі структури зменшується величина запасів нафти і газу в її надрах (табл. .5.2).

Таблиця 5.2

Розподіл запасів нафти і газу по структурах в залежності від величини напруг у їх надрах

Група структур	Ненапружені	Слабонапружені	Напружені	Сильно-напружені
	III	I	II	IV
Кількісні показники	$i = < 20 \text{ м/км}^2$ $\delta = < 110 \text{ МПа}$	$i = < 20 - 30 \text{ м/км}^2$ $\delta = 110 - 160 \text{ МПа}$	$i = 30 - 50 \text{ м/км}^2$ $\delta = 160 - 200 \text{ МПа}$	$i = > 50 \text{ м/км}^2$ $\delta = > 200 \text{ МПа}$
Запаси нафти і газу	Великі, середні	Середні, невеликі	Дрібні	Дуже дрібні
	$> 30 \text{ млн. т}$ $> 30 \text{ млрд. м}^3$ $10-30 \text{ млн. т}$ $10-30 \text{ млрд. м}^3$	$10-30 \text{ млн. т}$ $10-30 \text{ млрд. м}^3$ $5-10 \text{ млн. т}$ $5-10 \text{ млрд. м}^3$	$1-5 \text{ млн. т}$ $1-5 \text{ млрд. м}^3$	$< 1 \text{ млн. т}$ $< 1 \text{ млрд. м}^3$
Приклади нафтогазоносних структур	Бориславська Глибина Орив-Уличнянська Семигинівська	Долинська Північнодолинська Струтинська Космацька Битківська Глибина	Довбушанська Бистрицька Бориславський піднасув Південногвіздецька Гвіздецька	Попельська Кропивницька Молодківська Бабченська

Окремо слід відмітити, що на величину запасів нафти і газу впливають не тільки колекторські властивості гірських порід та наявність шляхів міграції, а і загальна кількість продуктивних горизонтів. Тому за таким показником, як величина запасів, не завжди вдається раціонально порівняти родовища між собою, оскільки доводиться порівнювати різновеликі величини, які при цьому не можна привести до якоїсь однієї основи (наприклад, до величини запасів одного продуктивного горизонту). Викликано це тим, що одні і ті ж відклади на різних родовищах не завжди продуктивні. Крім того, деяка частина родовищ

знаходиться ще на стадії розвідки (Блажівське, Янківське, Микуличинське) або на стадії опошукування сусідніх блоків (Семигинівське), в зв'язку з чим величина запасів нафти і газу таких родовищ ще не є кінцевою і може перераховуватись.

Таким чином, враховуючи те, що промислова цінність родовища визначається не лише величиною запасів вуглеводнів та економічним обґрунтуванням рентабельності їх видобутку, а й кількістю видобутої продукції, є необхідність дослідити характер взаємозв'язку між кількістю видобутої продукції та напруженістю структури, до якої приурочене родовище (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Розподіл видобутку нафти і газу по структурах
в залежності від напруг в їх надрах [119]

Складка	Видобуток всього по родовищу	
	нафти, тис.т	Газу, млн. м ³
I група		
Старосамбірська	1662,6	150,8*
Долинська	34828,1	10067,1*
Північнодолинська	6536,8	6434,8*
Вигода-Витвицька	49,1	12,5*
Струтинська	2969,5	998,5
Спаська	1458,0	314,0*
Іванківська	248,4	1061,6
Південноіванківська	7,2	34,44
Майданська	не експлуатується	
Луквинська	223,26	235,3
Богровська	9,2	1,13*
Стара Копальня	931,1	909,3*
Газова	28,7	17,8
Якубівська	4,0	
Росіллянська	181,92	4173,2
Космацька	286,1	6530,3
Битківська Глибинна	7763,2	36987
Пасічнянська-Раковецька	338,1	1284,0
II група		
Довбушанська	76,7	63,42*
Бистрицька	415,3	246,8*

Продовження табл. 5.3

Складка	Видобуток всього по родовищу	
	нафти, тис.т	Газу, млн. м ³
Бориславський піднасув	1226,3	
Новосхідницька-II	696,0	
Південногвіздецька	316,32	475,5
Гвіздецька	1168	428,6*
Пнівська	97,3	47,42*
III група		
Бориславська Глибинна	30150	
Орів-Уличнянська	3166,7	2434*
Південномонастирецька-II	3,401	0,271*
Заводівська-II	614,4	245,3
Семигинівська	не експлуатується	
Янківська	не експлуатується	
IV група		
Попельська	90,5	
Попельська-II		
Кропивницька	17,43	
Молодьківська	117,8	72,7
Бабченська	не експлуатується	

* - супутній газ

Аналізуючи дані наведені в табл. 5.3, можна зробити висновок, що загалом спостерігається тенденція до зменшення видобутку нафти і газу із покладів по мірі збільшення напруг у структурі, в надрах якої міститься родовище нафти і газу.

Таким чином, встановлено, що ділянки, які відзначаються розвитком високих напруг, характеризуються не тільки малими запасами нафти та газу, але і незначним видобутком вуглеводнів з продуктивних горизонтів. Як відомо, забезпечення економічної доцільності розробки родовища вимагає буріння мінімально необхідної кількості продуктивних свердловин. Однак на практиці, часто це стає неможливим, а тому деяка частина свердловин ліквідовується саме за геологічними причинами, що автоматично призводить до різкого підвищення собівартості пошуково-розвідувальних робіт і спричинює економічну недоцільність їх подальшого ведення. Так, наприклад на

Новосхідницькому родовищі пробурено 16 пошукових і розвідувальних свердловин, із яких лише 7 попали в поклад Новосхідницької складки та 3 в поклад Кропивницької складки. З 7 свердловин Новосхідницької складки 3 ліквідовано з геологічних причин і одна переведена в спостережні. Серед свердловин Кропивницької складки одна знаходиться в аварії, ліквідація якої ще не закінчена. Проведені науковцями ЦНДЛ розрахунки довели недоцільність буріння нових свердловин на Кропивницькій складці.

Таким чином, аналіз вищевикладеного матеріалу показує, що ділянки максимальної концентрації напруг є слабоперспективними на рахунок відкриття у них родовищ нафти і газу, тому проведення пошукових та розвідувальних робіт при використанні сучасних методик і технологій не є економічно доцільним.

Одночасно, нами розглянуто питання можливості використання взаємозв'язків кількісних показників структур в нафтогазопошуковому процесі

Відомо, що ефективність ведення геологорозвідувальних робіт полягає у відкритті промислових покладів нафти і газу. З метою підвищення результативності цих робіт, було б раціонально відокремлювати неперспективні структури ще до постановки на них пошукового буріння. Тому, на стадії підготовки до пошукового буріння, постає цілком закономірне питання, чи відрізняються між собою за морфологічними ознаками і кількісними показниками, які їх описують, структури, що містять нафтові і газові родовища та непродуктивні структури і як ті чи інші віднайти серед прогнозних. Аналізуючи характер розподілу родовищ нафти і газу по площі Бориславсько-Покутської зони бачимо їх приуроченість до кожного з морфологічних груп структур, виділених згідно до запропонованої класифікації. До цих же груп відносяться і такі структури, при розбурюванні і випробуванні яких не

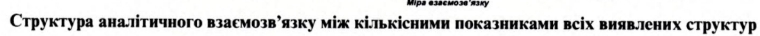
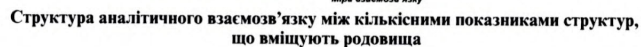
отримано продукції. Тобто структури-родовища і непродуктивні структури між собою не відрізняються за морфологічними особливостями і кількісними показниками, а тому виділити їх за цими ознаками серед прогнозних неможливо.

Зроблений висновок, підтверджується результатами проведеного кластерного аналізу, який дозволив встановити характер взаємозв'язків між кількісними параметрами, результатом якого є побудовані дендрограми (рис. 5.6). На них зображена структура аналітичного взаємозв'язку між кількісними показниками для всіх виявлених структур та окремо для структур-родовищ, структур, із яких не отримано продукції та прогнозних (нерозбурених) структур. Отримані графічні побудови відзначаються наступним:

1) тіснота взаємозв'язків між кількісними показниками однакова для всіх перелічених структур незалежно від того, чи вони продуктивні, непродуктивні або прогнозні, включаючи при цьому і всі виявлені;

2) відмінності між дендрограмами існують лише на мезорівні у тісноті зв'язку “кут нахилу осьової поверхні - об'єм структури” та на мікрорівні у зв'язках “довжина структури - ширина структури - кількість поздовжніх порушень”. Однак в цілому ці відмінності не порушують загальної картини взаємозв'язків між кількісними показниками та не пояснюють різний характер продуктивності структур.

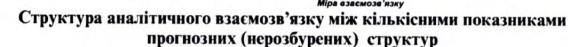
Для визначення характеру взаємозв'язку кількісних показників структурної форми, що вміщує родовище та ознаками нафтогазоносності (кількісні показники покладів, виявлених в межах цих структур) проведено кластерний аналіз і побудована дендрограма. На ній видно, що структура аналітичного взаємозв'язку кількісних показників структур-родовищ не порушується включенням в систему ознак нафтогазоносності. В кластери, де згруповані кількісні показники структури-родовища

**нафтогазоносного об'єкту**

Безперспективного об'єкту



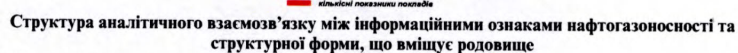
Непошукованого об'єкту



Аналіз структур взаємозв'язків структурно-тектонічних ознак нафтогазоносних, безперспективних та неопрацьованих об'єктів показує на абсолютну відсутність між ними різниці у зображенні взаємодії параметрів. Це пояснює неможливість рішення задач пошуку нафти і газу в системі вимірних ознак з результативністю кращою, ніж 30% успішності.

Аналіз структур взаємозв'язків та неопитуваних об'єктів показує на Це пояснює неможливість з результатів

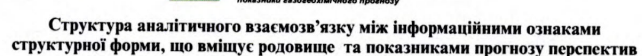
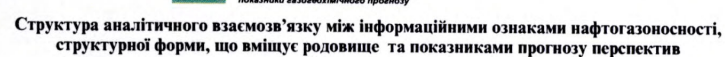
Реалізувати прогноз не можливо, краще, ніж із 30% успішністю, через відсутність тісної взаємодії ознак нафтогазоносності із структурно-тектонічними параметрами родовищ. Типові порухахуки при прийнятті управлінських рішень про пошуки: Долинська і Богровська складки: перша - родовище, друга - неадекватний розподіл нафтогазоносності, що призвів до комерційних втрат.



В структурі взаємозв'язків відсутній посередник - характеристика ознак нафтогазоперспективності.

Аналіз бази даних
газотехнічного прогнозування

**Зв'язки між кількісними показниками структурної форми та нафтогазоносності з показниками газеохімічного прогнозування існують.
Прогноз нафтогазоносності реалізувати можливо.**



Нафтогазоперспективні об'єкти, визначені в результаті газагеохімічного прогнозування мають безпосереднє відношення до структурних об'єктів.

Рис. 5.6. Бориславсько-Покутська зона.

Результат прогнозу і пошуку нафтогазоперспективних об'єктів за структурно-тектонічними ознаками
Склали: Аронський Д.І., Михайлів І.Р., 2002 рік

вписались лише деякі ознаки нафтогазоносності, які генетично пов'язані зі структурною формою та процесом її розвитку (див. рис. 5.6):

1. Пластовий тиск увійшов у групу з коефіцієнтом інтенсивності структуроутворення і кутом падіння порід на крилі.

Встановлено, що величина пластового тиску формується під час складкоутворення і залежить від міри стискання порід (що характеризується i та β) [34].

2. Геометричні розміри покладу та площа нафтогазоносності групуються з лінійно-геометричними показниками структури (довга вісь, коротка вісь, кількість блоків, коефіцієнт видовження).

Цілком закономірно, що ці групи показників пов'язані між собою тим, що розміри покладу не можуть перевищувати розміри структури, в якій вони розміщені.

3. Коефіцієнти пористості, вилучення та насичення групуються з коефіцієнтами поперечного та поздовжнього ускладнення.

Порушеність структури поперечними і поздовжніми диз'юнктивами, що виникає в процесі складкоутворення, супроводжується формуванням вторинної пористості, що має вплив на характер вилучення і насичення [2, 120].

4. Проникність приєднується до кластеру, який містить крім вищеназваних ознак нафтогазоносності, лінійно-геометричні показники та показники порушеності.

В даному випадку сформована в процесі складкоутворення порушеність диз'юнктивами (вона характеризується підвищеною тріщинуватістю) спричинює тріщинну проникність.

Таким чином, структура аналітичного взаємозв'язку кількісних показників показує, що структури-родовища та "порожні" структури не відрізняються між собою за своїми морфологічними ознаками і кількісними показниками, які їх описують. Це дозволяє сформулювати

твердження, що структурно-тектонічний критерій прогнозування нафтогазоносності для складчастих форм Бориславсько-Покутської зони не є визначальним. В цьому випадку, навіть при сприятливих умовах нафтогазоносності (наявність структурної форми, порід-колекторів і флюїдоупорів, сприятливої гідрогеологічної обстановки) буріння пошукових свердловин не повинно бути першочерговим засобом відкриття родовищ нафти і газу. Практика ведення пошуково-розвідувальних робіт в нафтогазоносних районах Бориславсько-Покутської зони базується саме на цьому принципі, що і спричинює таку низьку ефективність проведених робіт (відсоток продуктивних свердловин по Бориславському нафтогазопромисловому району складає 24,3%; по Долинському – 33,9%; по Надвірнянському – 33,9%) [121]. При такій ситуації слід більш обґрунтовано підходити до виділення перспективних площ і перед бурінням першої пошукової свердловини доцільно проводити поверхневі дослідження, які б дозволили більш конкретно визначити межі продуктивного об'єкту і зекономити значну частину коштів, мінімізувавши ризик буріння заздалегідь непродуктивних свердловин.

Одним з методів прогнозування, який останнім часом набуває широкого застосування і проведення якого вимагає, порівняно з бурінням свердловин, незначних коштів, є газогеохімічне прогнозування. Геологічна результативність газогеохімічного прогнозування на родовищах Бориславсько-Покутської зони (станом на 01.01.2001 року) виглядає наступним чином: коефіцієнт підтвердження прогнозу по Бориславському нафтогазопромисловому району складає 88%; Долинському - 100%; Надвірнянському - 100%; по Бориславсько-Покутській зоні в цілому - 95%. Геологічна результативність газогеохімічного прогнозування на площах Бориславсько-Покутської зони, що підготовлені до пошукового буріння (станом на 01.01.2001 року)

наступна: Бориславський нафтогазопромисловий район - у 80% прогноз підтвердився на об'єктах рекомендованих як перспективні і у 100% - на об'єктах, що прогнозовані як неперспективні; Долинський нафтогазопромисловий район – відповідно 57% і 100% і Надвірнянський - 100% і 100%. Загальна результативність по Бориславсько-Покутській зоні в 79% прогноз підтвердився, 5% - прогноз не підтвердився і у 16% результати неоднозначні [121].

Для структур-родовищ, на яких проводились газогеохімічні дослідження, був проведений кластерний аналіз з метою визначення структури взаємозв'язку кількісних показників структур-родовищ та показників газогеохімічного прогнозування перспектив (див. рис. 5.6). Показники газогеохімічного прогнозу (ресурс метану та показники ГП-4, ГП-5, ГП-6, ГП-11 і ГП-21) генетично вписуються у взаємозв'язки між кількісними показниками структур-родовищ. З одержаної дендрограми видно, що:

1. Кластер “ CH_4 (ресурс) – ГП-6” об'єднується з кластером, куди входять “коефіцієнт інтенсивності – кут падіння порід на крилі – довга вісь”.
2. ГП-4 входить в один кластер з короткою віссю і об'єднується з кластером “кількість поперечних порушень – кількість блоків”.
3. До кластеру ознак диз'юнктивної порушеності (коефіцієнти поперечного та поздовжнього порушення) приєднується ГП-21.
4. До кластеру “ГП-5 – ГП-11” приєднується щільність тектонічних порушень.
5. Незначні зміни відбулись в характері взаємозв'язку кількісних показників структури-родовища. Це стосується напруженості гірських порід, яка увійшла в кластер з об'ємом структури.

Результати кластерного аналізу підтверджують те, що характер розподілу поля інформативності, тобто меж перспективного об'єкту,

визначається і контролюється особливостями тектонічної будови структури, в межах якої знаходиться перспективний об'єкт, зокрема її порушеність диз'юнктивами) [122-126]. Структура взаємозв'язків між кількісними показниками структурної форми, що вміщує родовище та показниками прогнозу перспектив зберігається також при включенні в систему ознак нафтогазоносності (див. рис. 5.6).

Таким чином, аналіз отриманих графічних побудов показує, що використання методів газогеохімічного прогнозування дозволяє дати відповідь на питання про перспективи об'єкту ще до постановки на ньому пошукового буріння. Крім газогеохімічного прогнозування не виключено, що результати інших методів поверхневих досліджень [127, 128], зокрема методів польової геофізики, генетично впишуться в систему кількісних показників і в свою чергу дозволять дати більш обгрунтоване заключення щодо перспектив виділеного об'єкту і точки закладання пошукових свердловин.

Негативним моментом при обгрунтуванні структурно-тектонічного критерію є те, що існуючі на сьогодні структурні побудови є дещо відносними і часто не відповідають реальній будові. Особливу увагу при цьому слід звернути на ті структури, де встановлена їх непродуктивність. На теперішній момент результати буріння свердловин та інтерпретація матеріалів проведених геолого-геофізичних досліджень дозволяють уточнити будову цих ділянок і з точки зору структурно-тектонічного критерію пояснити "негативні" результати, отримані при бурінні та випробуванні свердловин. Це особливо стосується крайніх ділянок на північному заході та південному сході Бориславсько-Покутської зони. Так, Б.Й. Маєвським, Л.С. Мончаком та І.Р. Окрепким побудована структурна карта покрівлі еоцену південно-східної частини Надвірнянського нафтогазопромислового району [129], яка суттєво відрізняється від запропонованої З.В. Ляшевичем, Л.М. Кузьмиком, І.Т. Штурмак та ін.,

оскільки авторам вдалося уникнути сильного зміщення блоків по тектонічних порушеннях. Це дозволило виділити декілька перспективних об'єктів для постановки пошукового буріння (Акрешорська, Чемигівська, Перегінська, Багнецька та ін.). Аналогічно, після детальної переінтерпретації існуючого геолого-геофізичного матеріалу, уточниться будова і північно-західної частини Бориславсько-Покутської зони і серед “порожніх” структур можуть бути виділені перспективні в нафтогазоносному відношенні об'єкти.

Таким чином, слід відмітити, що така результативність робіт (30%) залишиться при такому підході до ведення пошуково-розвідувальних робіт, тобто коли буріння свердловини дає відповідь на питання про продуктивність тої чи іншої площі. Для підвищення ефективності пошуково-розвідувальних робіт на площах Бориславсько-Покутської зони слід більш раціонально підходити до виділення перспективних в нафтогазоносному відношенні об'єктів і ці роботи проводити в наступній послідовності:

1. Виділення перспективної площі та обґрунтування перспектив її нафтогазоносності, необхідно проводити при обов'язковому визначенні умов тектонічного екранування та використанні методів поверхневих досліджень. Вони дозволять більш точно на площі оконтурити перспективний об'єкт або ж віднести її до неперспективних.

2. Проведення сейсморозвідувальних робіт з метою деталізації морфологічних особливостей структури, в надрах якої міститься перспективний об'єкт. При цьому особливу увагу слід звернути на:

- характер трасування тектонічних порушень. Тому що поздовжні насуви контролюють розміщення антиклінальних структур, а поперечні скидо-зсуви виступають обмежувачами можливих покладів по площі;

- морфологічні особливості пастки (конфігурація структурної форми до якої приурочено перспективний об'єкт) .

3. Визначення точок закладання пошукових свердловин та обґрунтування глибин їх буріння після детальної інтерпретації результатів всіх проведених на площі робіт.

Такий підхід до ведення геологорозвідувальних робіт дозволить підвищити їх ефективність і відповідно зекономити значну частину коштів за рахунок зменшення ризику буріння непродуктивних свердловин.

5.4. Екранувальні властивості тектонічних порушень як умова існування пасток нафти і газу

З метою встановлення міри взаємозв'язку визначених кількісних показників з продуктивністю структури, яку вони характеризують, був проведений послідовний статистичний аналіз А. Вальда, в основу якого покладений метод розпізнавання образів [130]. Суть цього методу полягає в тому, що для структур з доведеною промисловою нафтогазоносністю для кожного визначеного кількісного показника шляхом спеціальних математичних процедур обчислюються коефіцієнти інформативності і формується послідовний спадний ряд за їх рангом.

Спадний ряд інформативності кількісних показників щодо їх зв'язку з нафтогазоносністю структур Бориславсько-Покутської зони зображено в табл. 5.4. При цьому слід відзначити, що найтісніший зв'язок з нафтогазоносністю структур мають ті показники, коефіцієнт інформативності яких наближається до максимального значення (до 2).

З даних табл. 5.4 бачимо, що найбільші коефіцієнти інформативності мають ознаки порушеності структури диз'юнктивами. Це в свою чергу підтверджує те, що наявність покладів вуглеводнів у структурі залежить від міри її ускладненості тектонічними порушеннями, особливо це стосується кількості і якості екрануючих властивостей поперечних порушень.

Таблиця 5.4

Спадний ряд інформативності кількісних показників структур-родовищ
Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину

Коефіцієнт інформативності	ПОКАЗНИК
1,277	кількість поперечних порушень
1,133	щільність тектонічних порушень
1,122	коефіцієнт поздовжнього порушення
1,117	коефіцієнт поперечного порушення
1,108	напруженість гірських порід
1,057	коефіцієнт видовження
1,011	довга вісь (довжина структури)
0,989	кількість блоків
0,942	коротка вісь (ширина структури)
0,800	амплітуда структури
0,791	коефіцієнт інтенсивності структуроутворення
0,741	площа структури
0,620	сумарна довжина тектонічних порушень
0,514	кут падіння порід на крилі
0,514	кут нахилу осьової поверхні
0,500	кількість поздовжніх порушень
0,419	об'єм структури
0,271	коефіцієнт плікативного ускладнення

Проведений нами аналіз графічних побудов, зокрема геологічних профільних розрізів різних авторів, дозволяє стверджувати, що поклади нафти і газу Бориславсько-Покутської зони завжди екрануються поперечними порушеннями, за виключенням деяких, де визначальним є літологічний фактор. Прикладами таких родовищ можуть бути Орів-Уличнянське та Південномонастирецьке родовища. В той же час, не завжди відбувається екранування покладу поздовжнім порушенням, що має місце, коли лінія флюїдоконтакту не перетинається з лінією насуву і спостерігається на Заводівському, Північнодолинському, Чечвинському, Росільнянському та інших родовищах. Загалом, екрануючий характер

поверхні насувів не викликає сумнівів [62], тоді як поперечні скидо-зсуви можуть володіти протилежними властивостями: екрануючими або провідними.

При цьому, Л.С. Мончак та Г.О. Падва встановили, що екранування пасток, і відповідно, покладів поперечними тектонічними порушеннями може мати місце при дотриманні наступних умов [131]:

1) коли гідравлічний тиск у розломі буде врівноважувати виштовхувальну силу, яка виникає за рахунок різниці між густинами води та нафти або газу. Це є умова існування гідродинамічних пасток, коли тектонічне порушення виступає провідником для пластових флюїдів;

2) коли відбувається зниження проникності в результаті відкладання яких-небудь мінералів, наприклад, кальциту. При цій умові тектонічне порушення не пропускає пластові флюїди і для існування тектонічно екранованої пастки достатньо на структурній карті мати замкнутий контур між ізогіпсами пласта та тектонічним порушенням, незалежно від того, які породи контактують через порушення.

Однак, як свідчить практика ведення пошуково-розвідувальних робіт, у більшості випадків можливість існування тектонічно екранованих пасток залежить від фільтраційних властивостей порід, що межують через розривне порушення. В більшості випадків спостерігається, що через площину порушення проходить контакт пласта-колектора одночасно як з проникними, так і з непроникними породами. При цьому важко дати відповідь, чи існує пастка та яка її висота (особливо по відношенню до опущених блоків). Метод, який дозволяє дати однозначну відповідь на поставлені питання, був запропонований Л.С. Мончаком та Г.О. Падвою в 1993 році [131] і полягає у виконанні наступних графічних побудов. На одному листі паперу будується два геологічні профільні розрізи в різних тектонічних блоках паралельно розривному порушенню і на невеликій відстані від нього. Точка перетину покрівель проникних пластів-

колекторів обох тектонічних блоків і буде відповідати нижній границі можливої пастки в опущеному блоці. Саме від цієї точки необхідно розраховувати висоту пастки (рис. 5.7). Це, в свою чергу, служить основою для оцінки перспектив нафтогазоносності відповідних пластів та вибору оптимальних місць для закладання пошукових і розвідувальних свердловин.

Аналіз виконаних нами з метою визначення умов тектонічного екранування для структур Бориславсько-Покутської зони графічних побудов показує, що ізольовані пастки в опущених тектонічних блоках можуть існувати при наступних умовах:

1) коли вертикальна амплітуда зміщення блоків по площині тектонічного порушення перевищує товщину продуктивної частини розрізу (рис. 5.8а);

2) коли гірські породи в обох блоках мають однакові кути падіння (однаковий нахил крил) і через порушення породи-колектори контактують з непроникними породами (рис. 5.8б);

3) коли горизонтальна амплітуда зміщення блоків по площині тектонічного порушення дорівнює або перевищує половину ширини складки в піднятому блоці (рис. 5.8в).

Крім вказаних випадків, слід звернути увагу на те, що в блоках, де є замкнуті ізогіпси або ізогіпси, які зрізаються лінією насуву, пастка буде існувати і без тектонічного екранування поперечними порушеннями. Можливі також різні комбінації вищезазначених умов, що можуть привести або до існування тектонічно ізольованої пастки в опущеному блоці, або до її відсутності. Це слід розглядати в кожному конкретному випадку. При наявності поперечного порушення провідного характеру можливе існування в суміжних блоках покладу, який контролюється єдиним ВНК. Відбувається це при умові, що блоки розташовані між

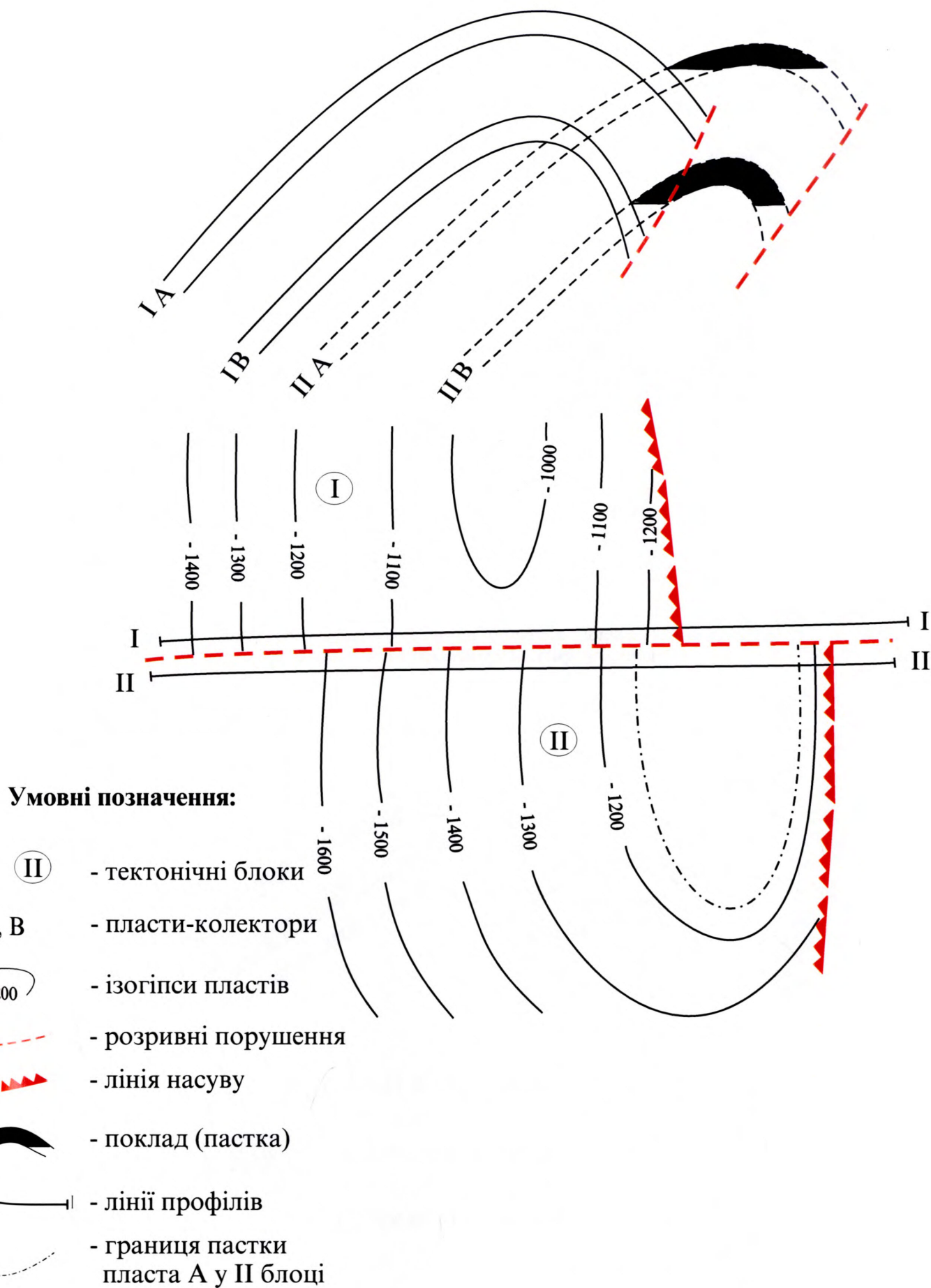
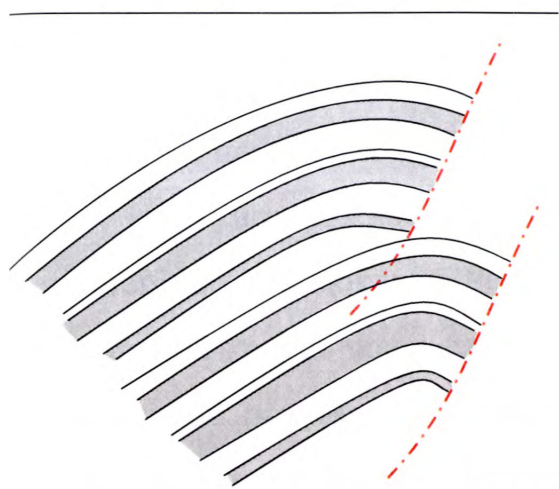


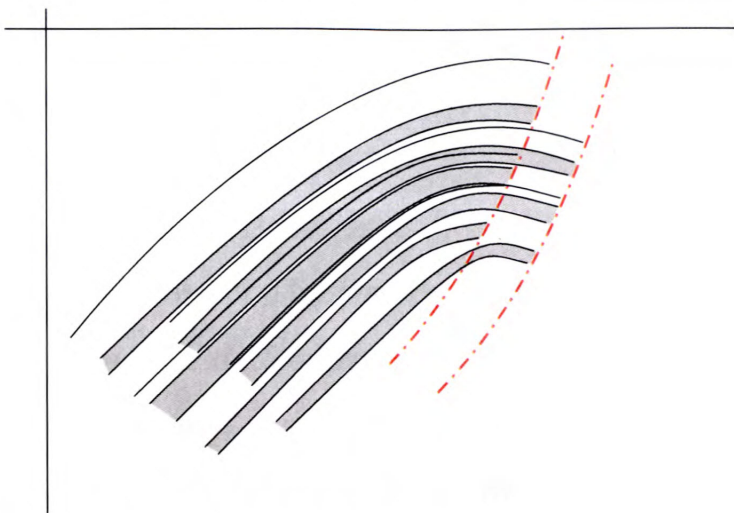
Рис. 5.7.Схема визначення умов тектонічного екранування пасток [131]

коли вертикальна амплітуда зміщення блоків по порушенню перевищує товщину продуктивної частини розрізу



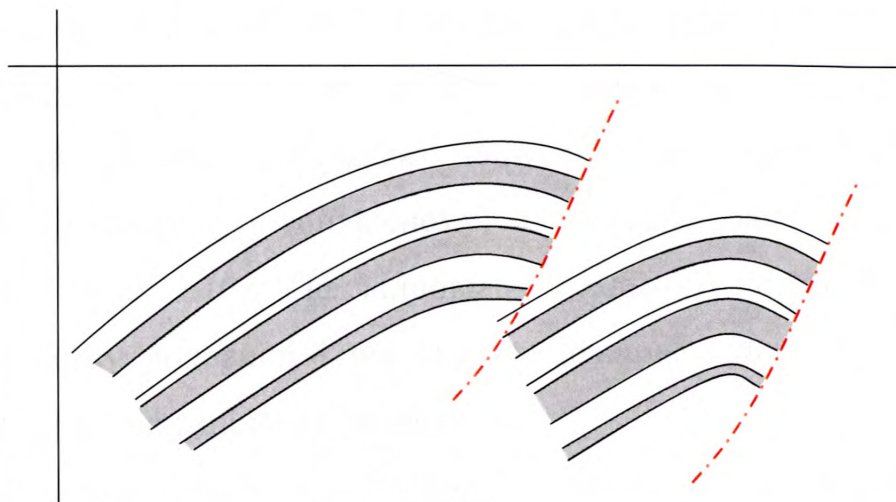
а

коли гірські породи в блоках мають однакові кути падіння (і через порушення контактують колектори з покришками)



б

коли горизонтальна амплітуда зміщення блоків по порушенню дорівнює або перевищує 1/2 ширини складки

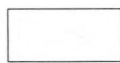


в

Умовні позначення:



породи-колектори



непроникні породи

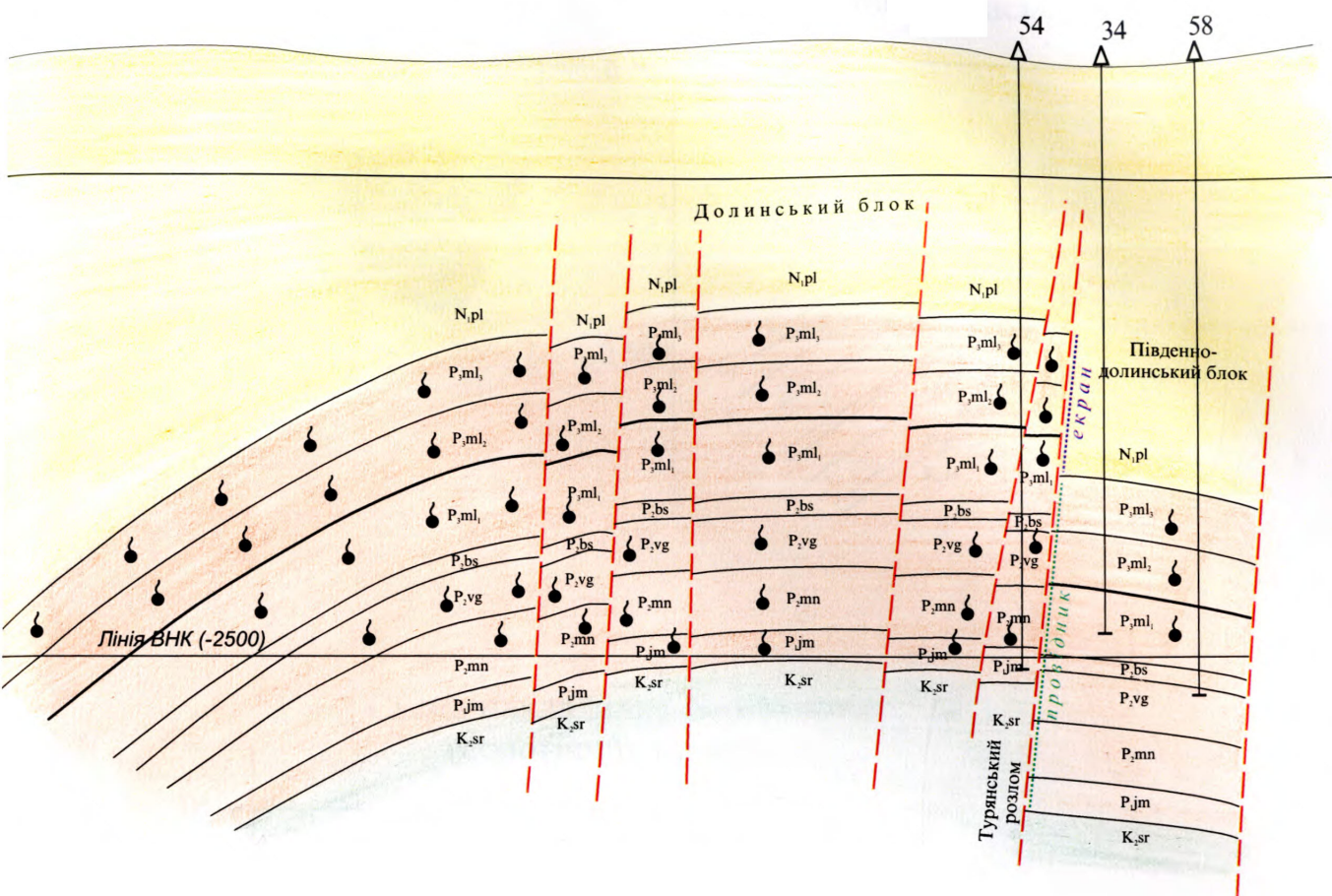
Рис. 5. 8. Необхідні умови існування тектонічно екранованих пасток
Склала: Михайлів І.Р., 2002 рік

тектонічними порушеннями, які є екранами або принаймі піднятий блок обмежений порушенням-екраном.

Типовими прикладами, які дозволяють охарактеризувати різні властивості поперечних тектонічних порушень (екрануючі та провідні), є Долинське нафтове та Луквинське нафтогазове родовища.

На поздовжньому профілі через Долинське родовище спостерігаються поклади нафти у Долинському і Південнодолинському блоках, які контролюються єдиним ВНК на відмітці мінус 2550 м. Тобто, Турянський розлом, який розмежовує ці блоки, у розрізі палеогенових відкладів виступає у якості провідника пластових флюїдів. В той же час по цьому ж порушенню відбувається екранування покладів нафти менілітових відкладів Долинського блоку поляницькими відкладами Південнодолинського блоку. Таким чином, в даному випадку поперечне тектонічне порушення володіє подвійними властивостями: екрануючими у неогенових і провідними – у палеогенових (рис. 5.9). При визначенні можливості тектонічного екранування Турянським розломом за описаною вище методикою, отримали нижню межу можливої пастки в Південнодолинському (опущеному) блоці на абсолютній відмітці мінус 2500 м (рис. 5.10). Це відповідає реальному положенню ВНК на Долинському родовищі і підтверджує раціональність застосування цієї методики в практиці пошукових робіт.

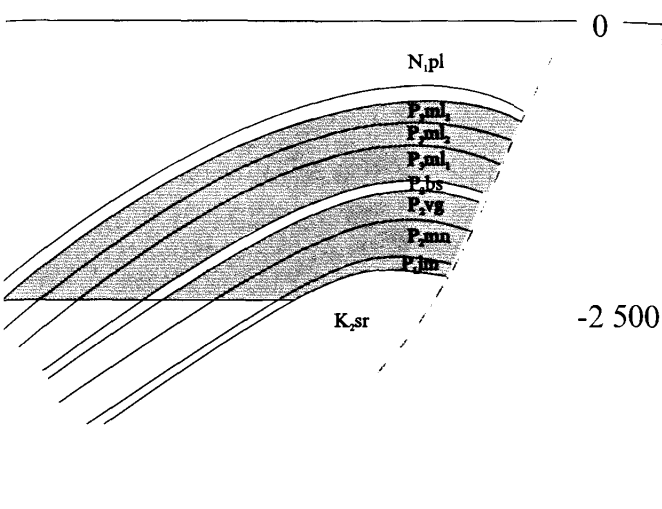
Що стосується Луквинського нафтогазового родовища, то на поздовжньому геологічному профілі спостерігаємо тектонічно екрановані поклади нафти і газу у південній ділянці Слобода-Небилівського блоку (рис. 5.11). Поперечне порушення, яке розділяє Слобода-Небилівський та Північномайданський блоки у розрізі палеогенових відкладів володіє екрануючими властивостями, які в даному випадку зумовлені літологічною мінливістю порід, що складають розріз (незначна кількість піщаних прошарків у менілітових та вигодських відкладах). Особливістю



Відбувається екранування покладів нафти у менілітових відкладах Долинського блоку неогеновими відкладами Південнодолинського блоку. В розрізі палеогенових відкладів Турянський розлом виступає провідником пластових флюїдів, у неогенових - екраном.

Рис. 5.9. Долинське родовище. Поздовжній геологічний профіль (за даними Г.І. Григорчака та Н.Н. Хоми)

Поперечний геологічний профіль
вздовж Турянського розлому
у Долинському блоці



Поперечний геологічний профіль
вздовж Турянського розлому
у Південнодолинському блоці

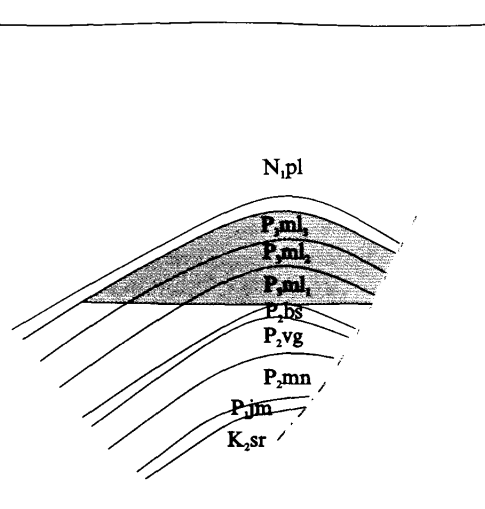


Схема накладання поперечних
геологічних профілів

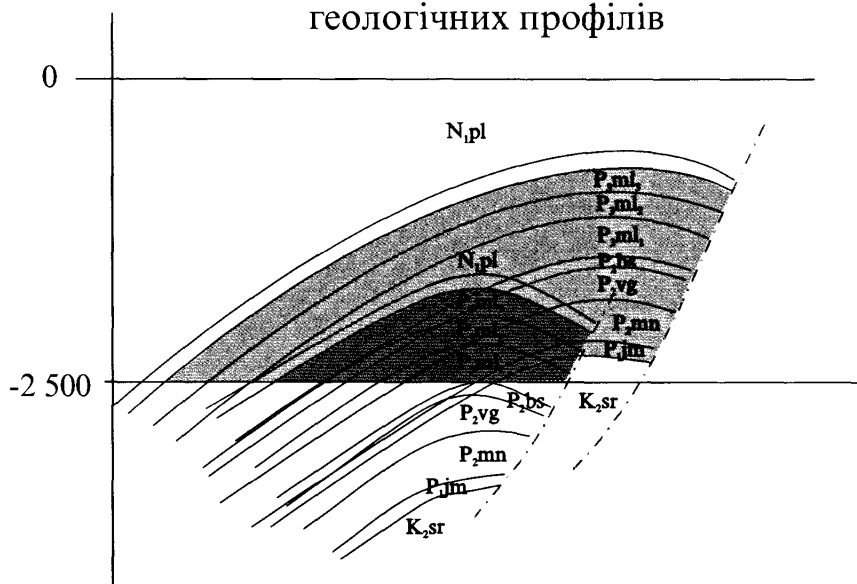
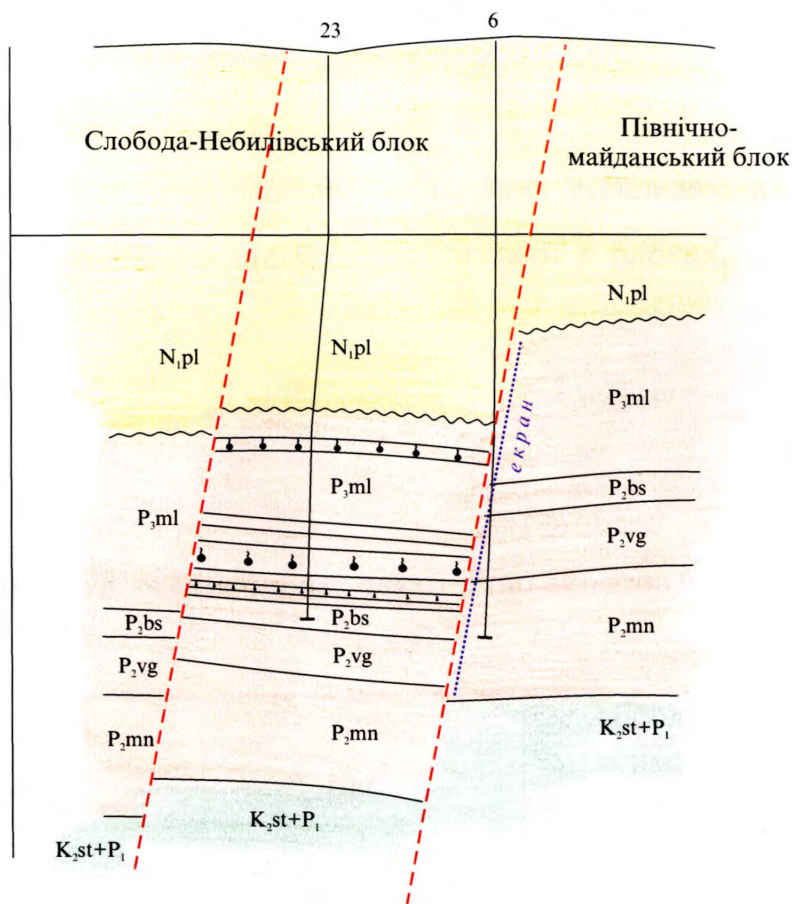


Рис. 5.10. Долинське родовище. Схема визначення можливості тектонічного
екранування пасток Турянським розломом
Склала: Михайлів І.Р., 2002 рік



Відбувається екранування покладів нафти і газу південної ділянки Слобода-Небилівського блоку палеогеновими відкладами Північномайданського блоку. Тектонічне порушення володіє екрануючими властивостями у палеогенових і неогенових відкладах.

Рис. 5.11. Луквинське родовище. Поздовжній геологічний профіль (за даними Н.М. Смирнової)

будови цього родовища є те, що відклади Північномайданського блоку виходять на денну поверхню і, якби поперечне порушення не було екраном, покладів нафти і газу у південній ділянці Слобода-Небилівського блоку не було би (рис. 5.12). Це є ще одним підтвердженням дієвості запропонованої методики, щодо визначення екрануючих властивостей тектонічних порушень.

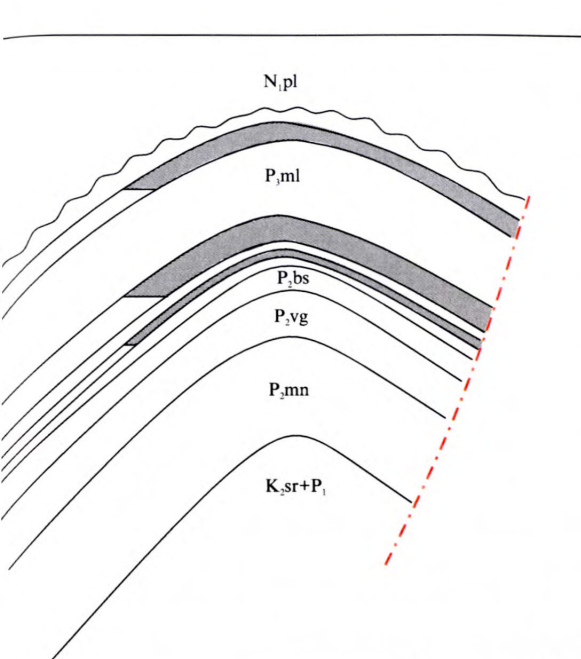
Тектонічно екрановані пастки у еоценових відкладах, визначені за запропонованою методикою, ще можуть існувати в блоках, перелік яких наведено в табл. 5.5.

Таблиця 5.5

Прогноз ВНК в окремих блоках тектонічно екранованих пасток

Структура	Блок	Абсолютна відмітка максимальноможливого ВНК (нижня межа пастки)
Південномонастирецька	Бережницький	-3000
	Блажевський	-3600
Опаківська	Черхавський	-3800
Смильнянська	Бережницький	-2000
Бориславська	Помярківський	-1600
Південнобориславська	Бориславський	-1200
Верхньострутинська	Оболонський	-2400
	Спаський	-2300
Нижньострутинська	Вільхівський	-1200
Спаська	Струтинський	-2000
Південнобистрицька	Делятинський	-3000
Старосамбірська-II	Блажевський	-4800
Північносемигинівська	Семигинівський	-4600
	Довголуцький	-5000
	Моршинський	-4800
Південнорожнятівська	Струтинський	-5200

Поперечний геологічний профіль
вздовж порушення у Слобода-
Небилівському блоці



Поперечний геологічний профіль
вздовж порушення у Північно-
Майданському блоці

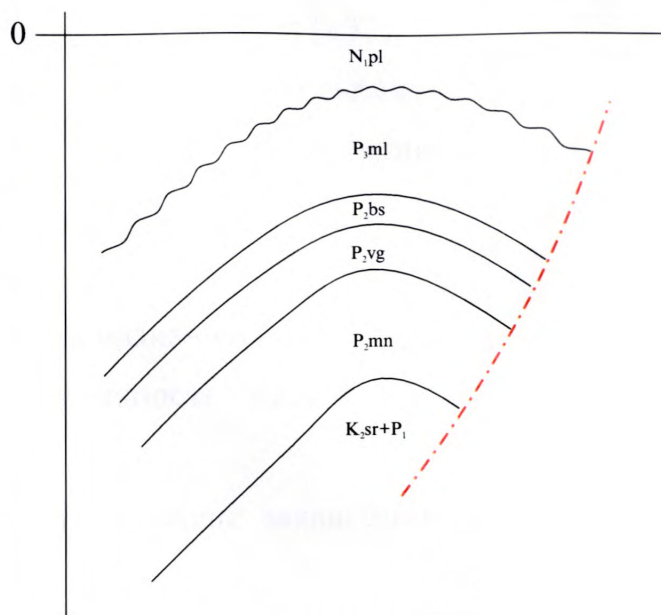


Схема накладання поперечних
геологічних профілів

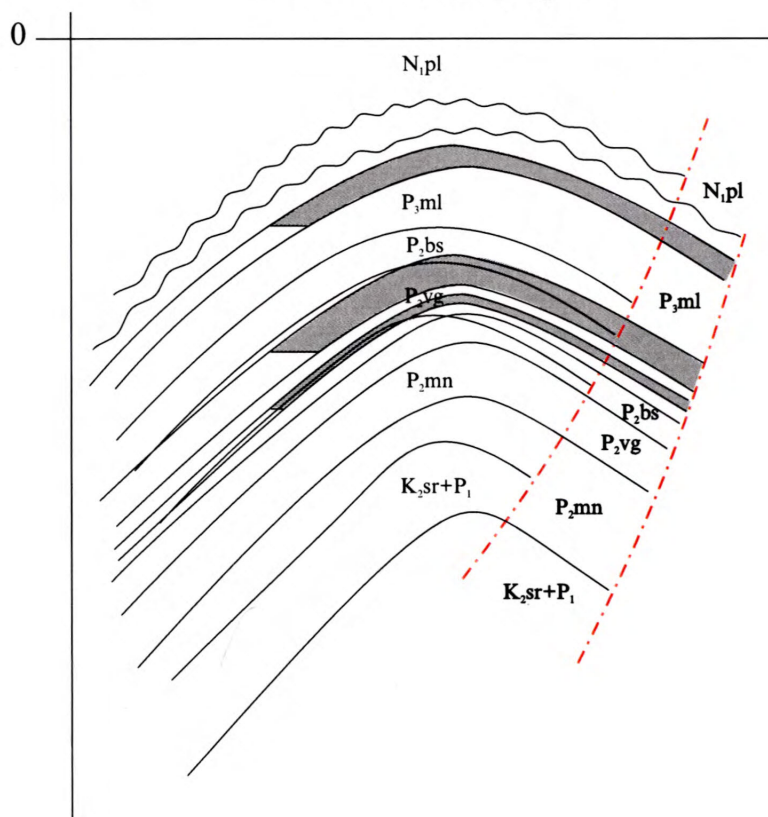


Рис.5.12. Луквинське родовище.Схема визначення можливості
тектонічного екранування пасток поперечним порушенням
Склала: Михайлів І.Р., 2002 рік

В цілому, застосування цієї методики вимагає наявності достовірної геологічної інформації, при цьому особливу увагу варто приділяти літологічній мінливості та неоднорідності колекторів [132].

Безперечно, визначення умов тектонічного екранування пасток необхідно проводити при обґрунтуванні структурно-тектонічного критерію прогнозування нафтогазоносності структури, оскільки проведення таких побудов дозволить:

- 1) встановити наявність пастки та визначити її висоту;
- 2) провести оцінку перспективності окремих горизонтів в багатопластових структурах;
- 3) визначити найбільш оптимальне місце закладання пошукових і розвідувальних свердловин;
- 4) скорегувати глибини буріння пошукових і розвідувальних свердловин.

ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі науково і практично обґрунтовано вирішення актуальної проблеми геології нафти і газу, пов'язаної з встановленням зв'язку між величинами напруг і тектонічних деформацій локальних структур з морфологічними особливостями їх будови та нафтогазоносністю для умов Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину.

Науково-теоретичне значення проведених досліджень полягає в такому.

На підставі проведеного аналізу будови локальних структур Бориславсько-Покутської зони та геолого-математичного моделювання за комплексом кількісних показників (структурно-тектонічних, лінійно-геометричних, тектонічної порушеності та кутових), які описують їх морфологічні особливості, розроблено класифікацію, за якою виділено чотири групи структур: збережені (I група), частково-зруйновані (II група), зруйновані (III група) та сильнозруйновані (IV група).

За результатами геолого-математичного моделювання за комплексом кількісних показників встановлено, що локальні структури з певними морфологічними особливостями, які відображаються в різній мірі порушеністю їх форми, сформовані тектонічними рухами різної величини і напрямку їх прикладання та описуються властивими тільки їм числовими параметрами.

На основі досліджень сучасного структурного плану Бориславсько-Покутської зони встановлено, що локальні структури I і II груп сформовані при руйнуванні суцільності гірських порід в ядрі первинної

синклінальної складки, в результаті дії лише тангенціальних зусиль (I група) та при дії тангенціальних зусиль, що супроводжувались боковим тертям (II група). Структури III і IV груп сформувались при руйнуванні суцільності гірських порід в ядрі первинної антиклінальної складки, переважно при дії тангенціальних зусиль та бічного тертя.

Проведеними дослідженнями з розподілу нафтогазоносності Бориславсько-Покутської зони встановлено залежність величини запасів нафти і газу від величини напруг і тектонічних деформацій локальних структур, а саме, при збільшенні напруг і тектонічних деформацій зменшуються видобувні запаси нафти і газу.

Послідовний статистичний аналіз кількісних показників показав, що існування тектонічно екранованих покладів нафти і газу залежить від ускладненості структури диз'юнктивними порушеннями, що дозволило обґрунтувати структурно-тектонічні умови, при яких тектонічні порушення є екранами для покладів нафти і газу.

Дослідженням розподілу нафтогазоносності та за результатами пошуково-розвідувального буріння у Бориславсько-Покутській зоні встановлено, що продуктивні і “порожні” структури між собою не відрізняються за морфологічними особливостями і кількісними показниками, а тому розділити їх до постановки пошукового буріння тільки за цими ознаками є неможливим.

Практичне значення проведених робіт надає можливість:

- обґрунтовувати раціональну методику ведення пошукових робіт за рахунок уточнення особливостей морфологічних форм нафтогазоперспективного об'єкта, що досягається аналізом кількісних

показників, які визначаються зі структурної карти та геологічних профільних розрізів;

- встановити ступінь перспективності локальних структур, що готуються до пошукового буріння на основі аналізу розподілу у структурі деформацій і напруг;

- підвищити геологічну результативність пошуково-розвідувальних робіт за рахунок визначення умов існування тектонічно екранованої пастки (покладу).

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Брод И.О., Еременко Н.А. Основы геологии нефти и газа. – М.: Гостоптехиздат, 1957. - 480 с.
2. Еременко Н.А. Геология нефти и газа. - М.: Недра, 1968. - 389 с.
3. Леворсен А.И. Геология нефти. – М.: Гостоптехиздат, 1958. - 488 с.
4. Габриэлянц Г.А. Геология нефтяных и газовых месторождений. - М.: Недра, 1972. - 399 с.
5. Соколов В.П., Фурсов А.Я. Поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений. - М.: Недра, 1979. - 320 с.
6. Основы геологии горючих ископаемых / Под ред. И.В. Высоцкого. - М.: Недра, 1987. - 397 с.
7. Свириденко В.Г. Нерозвідані ресурси нафти і газу Західного регіону України як основа планування геологорозвідувальних робіт // Матеріали 5-ої Міжнар. конф. “Нафта-Газ України-98”. - Том1. – Полтава. – 1998. - С. 348-349.
8. Євдошук М.І. Проблеми і перспективи геологорозвідувальних робіт на нафту і газ в Україні. - Київ.: 1997. - 163 с.
9. Хаин В.Е. Общая геотектоника. Изд. 2-е, перераб. и дополн. - М.: Недра, 1973. - 512 с.
10. Михайлов А.Е. Структурная геология и геологическое картирование. - М.: Недра, 1973. - 432 с.
11. Буялов Н.И. Структурная геология. – М.: Гостоптехиздат, 1957. - 279 с.
12. Ажгирей Г.Д. Структурная геология. – М.: Изд-во МГУ, 1956. - 492 с.
13. Белоусов В.В. Геотектоника. – Изд-во МГУ, 1976. - 334 с.
14. Теоретические основы и методы поисков и разведки скоплений

нефти и газа / Под ред. А.А. Бакирова. - М.: Высшая школа, 1976. - 416с.

15. Косыгин Ю.А. Тектоника. - М.: Недра, 1969. - 252 с.

16. Ярошевский В. Тектоника разрывов и складок. - М.: Недра, 1981. - 245 с.

17. Спутник полевого геолога-нефтяника / Под ред. Н.Б. Вассоевича. - Ленинград: Гостоптехиздат, 1954. - 564 с.

18. Михайлів І.Р. Нові погляди щодо існуючих класифікацій структур // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Держ. міжвідомч. наук.-техн. зб. Вип. 34 (Том 1). - Івано-Франківськ. - 1997. - С. 99-104.

19. Михайлив И.Р. Об оценке локальных структур по количественным характеристикам. // Труды Третьего междунар. им. ак. М.А. Усова научн. симпозиума "Шаг в будущее". - Томск. - 1999. - С. 250-251.

20. Cloos E. Oolite deformation in the South Mountain Fold Maryland // Bull. Geol. Soc. Amer. - Vol. 58. №9. - 1947. - P. 834-918.

21. Fry N. Random point distribution and strain measurement in rock. // Tectonophysics. - Vol. 60. - 1979. - P. 89-105.

22. Lisle R. J. Geological Strein Analysis. A manual for the R_f/F Tecnique. - Oxford: Perganom Press, 1985. - 185 p.

23. De Paor, D.J. R_f/F strein analysis using an orientation net. // J. Str. Geol. - 1988. - № 10. - P. 323-333.

24. Furtak H., Richter D. Relations between fold form and tectonic shortening in flexure folds // Geol. Mitt. - Bd. 7. - № 2. - 1967. - P. 17-25.

25. Breddin H. Quantitative Tectonik. 2 Teil: III Faltung // Geol. Mitt. - Bd. 7. - № 4. - 1968. - P. 7-24.

26. Maska M. K. K tectonicke analyse krystalinka. Cesk // Acad. Ved. - Praha. - 1954. - 26-38.

27. Hansen E. Strain facies. - Berlin: Springer-Verlag, 1971. – 215 p.

28. Ramsey J.G., Huber M.I. The techniques of modern structural geology. Strain Analysis // London: Acad. Press. - 1983. - Vol. 1. - 307 p.

29. Ramsey J.G. Folding and fracturing of rock. - New York: McGraw-Hill, 1967. - 568 p.

30. Hudleston P. J. Fold morphology and some geometrical implications of theories of fold development // Tectonophysics. - V. 16. - № ½. - 1973. – P. 34-41.

31. Whitten E. H. T. Sequential multivariate regression methods and scalars in the study of fold-geometry variability // Journ. Geol. - V. 74. - № 5. - Pt. 2. - 1966. – 18-35.

32. Dimitrijevic M. D. Analysis of statistical diagrams of folded surfaces. II. Scalar descriptors of the fold form // Neu. Jahrb. Geol. Pal.: Monatsh. - № 2. - 1971. – 22-37.

33. Сравнительный анализ нефтегазоносности и тектоники Западно-Сибирской и Турано-Скифской плит / Наливкин В.Д., Дедеев В.А., Иванова В.В. – Ленинград: Недра, 1965. с. 46-118.

34. Орлов А.А. Аномальные пластовые давления в нефтегазоносных областях Украины. – Львов: “Вища школа”, 1980. – 180 с..

35. Чебаненко И.И., Орлов А.А., Ляху М.В., Гнатенко Г.И., Жученко Г.А., Ключко В.П., Омельченко В.Г. Пластовые давления в нефтегазовых геоструктурах Крымо-Азовской провинции и методы их прогнозирования: Препр. / АН УССР. ИГН; 87-32. – К.: 1987. - 49 с.

36. Закономерности размещения и прогнозирования значительных скоплений нефти и газа в Днепровско-Донецкой впадине / Евдошук Н.И., Кабышев Б.П., Пригарина Т.М., Чупрынин Д.И., Шевякова З.П. - К.: Наукова думка, 1997. - 278 с.

37. Євдошук М.І. Ресурсне забезпечення видобутку вуглеводнів

України за рахунок малорозмірних площ. - К.: Наукова думка, 1997. - 207 с.

38. Савчак О.З. Формування локальних складок та нафтогазоносність акваторіальної частини Каркінітсько-Північно-Кримського прогину: Автореф. дис... канд. геол. наук: 04.00.17 / ІГГГК НАНУ. – Львів, 1999. – 19 с.

39. Яковлев Ф.Л. Диагностика механизмов образования линейной складчатости по количественным критериям ее морфологии (на примере Большого Кавказа). – М.: 1997. - 75 с.

40. Богданов А.А. Основные черты тектоники Восточных Карпат // Советская геология. – 1949. - № 40. - С.9-22.

41. Бондарчук Б.Г. Тектоника Карпат. – К.: Наук.думка, 1962. – 110с.

42. Буров В.С. Покровные структуры внешней части Восточных Карпат и краевого прогиба // Вопросы геологии Карпат. - Львов: Изд-во Львовского ун-та, 1967. - С.13-19.

43. Буров В.С., Глушко В.Е. Новое о глубинном строении Украинских Карпат и Предкарпатского прогиба // Материалы XI Конгресса Карпато-Балканской геологической ассоциации. Тектоника. – К.: Наук. думка, 1980. - С. 61-69.

44. Буров В.С., Глушко В.В., Досин Г.Д. Об амплитуде горизонтального перемещения флишевого комплекса юго-восточной части Украинских Карпат // Геотектоника. – 1980. - № 5. - С. 51-58.

45. Буров В.С., Глушко В.Б., Лозиняк П.Ю., Петрашкевич М.Й. Нові погляди на структуру Передкарпатського прогину // Доп. АН УРСР. - сер. Б. – 1979. - № 7. - С. 503-506.

46. Буров В.С., Глушко В.В., Шакин В.Л., Шпак П.Ф. К вопросу о северо-восточной границе распространения флиша во Внутренней зоне

Предкарпатского прогиба // Геологический журнал. – 1969. - Т.29. - № 3. - С.3-12.

47. Вуль М.А. Особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности Предкарпатья в междуречье Свичи и Быстрицы Надворнянской: Автореф. дис... канд. геол.-минерал. наук: 04.00.17 / - ІГГГК НАНУ. - Львов, 1968. - 20 с.

48. Вялов О.С. Основные проблемы тектоники Карпат // Геология и геохимия нефтяных и газовых месторождений.- К.: Наук.думка, 1965. - № 1. - С.5-35.

49. Вялов О.С. Дискуссионные вопросы тектоники и стратиграфии Украинских Карпат // Геологический журнал. – 1983. - Т.43. - № 2. - С. 117-126.

50. Вялов О.С., Буров В.С. Некоторые вопросы строения Предкарпатского прогиба // Геология и геохимия горючих ископаемых. – К.: Наукова думка. – 1966. - Вып. 8. - с. 3-8.

51. Вялов О.С., Буров В.С., Глушко В.В. и др. О тектонической карте Советских Карпат и прилегающих областей // Вопросы геологии Карпат. – Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1967. - С.3-11.

52. Геологическое строение и горючие ископаемые Украинских Карпат / Буров В.С., Глушко В.В., Гонтовой И.З. / Тр. УкрНИГРИ. - М.: Недра, 1971. - Вып. 25. - 392 с.

53. Геология и полезные ископаемые Украинских Карпат. Ч.ІІ. / Под общ. ред. Кульчицкого Я.О. и Матковского О.И. - Львов: Вища школа, 1977. - 200 с.

54. Геология СССР. т.XIVІІІ. Карпаты. Ч.1. Геологическое описание. - М.: Недра, 1966. - 540 с.

55. Глушко В.В. Тектоника и нефтегазоносность Карпат и прилегающих прогибов. - М.: Недра, 1968. - 263 с.

56. Глушко В.В., Круглов С.С. Главнейшие вопросы тектоники и

развития Украинских Карпат // Обзор ВНИИ экон. минер. сырья и геол.-разв. работ (БИЭМС). - М., 1979. - 54 с.

57. Доленко Г.Н. Геология нефти и газа Карпат. - Киев: Изд-во УССР, 1962. - 367 с.

58. История геологического развития Украинских Карпат / Вялов О.С., Гавура С.П., Даныш В.В. – К.: Наукова думка, 1981. - 180 с.

59. Кульчицкий Я.О. Геологическое строение и полезные ископаемые Украинских Карпат: Автореф. дис... д-ра геол.-минерал. наук: 04.00.17 / - Львов, 1968. - 40 с.

60. Ладыженский Н.Р., Антипов Е.А. Геологическое строение и газонефтеносность Советского Предкарпатья. - М.: Гостоптехиздат, 1961. - 265 с.

61. Субботин С.И. Глубинное строение Советских Карпат и прилегающих территорий по данным геофизических исследований. – К.: Изд-во АН УССР, 1955. - 260 с.

62. Разломная тектоника Предкарпатского и Закарпатского прогибов и ее влияние на распределение залежей нефти и газа / Доленко Г.Н., Бойчевская Л.Т., Килын И.В. - Киев: Наукова думка, 1976.- 126 с.

63. Составление палеотектонических карт и карт песчано-алевритовых фаций продуктивных горизонтов палеогеновых отложений Предкарпатского прогиба. Отчет о НИР / ЦНИЛ ПО “Укрнефть”. – Ивано-Франковск, 1986-1989.

64. Закономірності нафтогазоносності Передкарпатського і Закарпатського прогинів / Доленко Г.Н., Ярош Б.І., Хоменко В.І., Улізло Б.М. – К.: Наукова думка, 1969. - 203 с.

65. Хаин В.Е., Левин Л.Э., Тулиани Л.И. Некоторые количественные параметры глобальной структуры Земли // Геотектоника – 1982. - № 6. - С. 25-37.

66. Orlov A.A., Omelchenko V.G., Trubenko O.M., Mykhailiv I.R., Petrov A.V. Assessment of overthrust sheet dislocations of folded Carpathians zones to West-European platform in quantitative form // International conf. Carpathian foredeep basin – its evolution and mineral resources. – Krakow. – 1999. - P. 154.

67. Геологические тела: Терминологический справочник / Под ред. Ю.А. Косыгина, В.А. Кулындышева, В.А. Соловьева. – М.: Недра, 1986. - 334 с.

68. Лебедев В.К. Связь коэффициента интенсивности структурообразования с нефтеносностью и его роль в прогнозировании типов структур // Проблемы геологии нефти. – 1977. - Вып. 6. - С. 193-196.

69. Кушнарев И.П., Кушнарева П.И., Мельникова К.М. Методы структурной геологии и геологического картирования. – М.: Недра, 1984. - 375 с.

70. Мелик-Пашаев В.С., Халимов Э.М., Серегина В.Н.. Аномально высокие пластовые давления в нефтяных и газовых месторождениях. – М.: Недра, 1983. – 182 с.

71. Орлов О.О., Трубенко О.М., Михайлів І.Р., Кахнич М.М. Використання інформації про тектонічні напруги в сейсмічно небезпечних районах і гірських виробках // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Держ. міжвідомч. наук.-техн. зб. – Івано-Франківськ. - 1997. - Вип. 34 (Том 1). - С. 39-47.

72. Orlov A.A., Omelchenko V.G., Mykhailiv I.R., Kakhnych M.M., Petrov A.V. Tectonic pressure definition in natural reservoirs by formation pressures data // International conf. Carpathian foredeep basin – its evolution and mineral resources. – Krakow. – 1999. - P. 154-156.

73. Линецкий В.Ф. О критериях флюидопроводимости глубинных разломов // Геология и геохимия горючих ископаемых. - 1974. - Вып. 39. - С. 3-9.

74. Бойко Г.Ю., Філяс Ю.Г., Гайванович О.П. Розташування і будова нафтогазових родовищ у Передкарпатському прогині у зв'язку з глибинними розломами // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1998. - № 1 (102). - С. 17-24.

75. Маєвський Б.Й., Бойко Г.Ю., Манюк М.І. Тектонічна тріщинуватість та продуктивність нафтоносних горизонтів родовищ Долинського нафтопромислового району // Геологія і геохімія горючих копалин. - 2000. - №2. - С. 41-49

76. Бойко Г.Ю., Гайванович О.П. Зв'язок розміщення родовищ нафти і газу з розломами фундаменту в Карпатах і прилеглих областях // Матеріали 5-ої Міжнар. конф. "Нафта і Газ України - 98". - Том 1. - Полтава. - 1998. - С. 313.

77. Орлов О.О., Омельченко В.Г., Локтев А.В., Михайлів І.Р. Вплив тектонічних ускладнень на неоднорідність колекторів // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1999. - № 4. - С. 34-39.

78. Орлов О.О., Локтев А.В., Омельченко В.Г., Михайлів І.Р. Особливості методики дорозвідки тектонічно ускладнених структур на прикладі Бухтівецького газоконденсатного родовища // Тези наук.-техн. конф. проф.-викл. складу ун-ту. - Івано-Франківськ. - 1998. - С. 129.

79. Сократов Г.И. Структурная геология и геологическое картирование. - М.: Недра, 1972. - 279 с.

80. Анализ геолого-геофизических и промысловых материалов по изучению геологического строения и нефтегазоносности Надворнянского нефтепромыслового района с целью выявления резервов прироста запасов нефти и газа: Отчет о НИР / ЦНИЛ объединения "Укрнефть". - № ГР 75037150; Инв. № 5359139. - Ивано-Франковск, 1974. – 218 с.

81. Анализ геолого-геофизических и промысловых материалов Долинского нефтепромыслового района с целью выявления резервов

прироста запасов нефти и газа: Отчет / ЦНИЛ объедин. "Укрнефть". - № ГР 79027403. - Ивано-Франковск, 1981. - 180 с.

82. Обобщение и интерпретация сейсмических материалов с составлением структурно-тектонических карт, сопоставление данных сейсморазведки и бурения, анализ баланса структур, комплексирование сейсмических и гравиметрических материалов по прогнозированию модели геологического разреза с целью получения гипсометрии поверхности доальпийского фундамента Предкарпатского прогиба: Отчет / ЗУГРЭ объединения "Укргеофизика". - Львов, 1983. - 192 с.

83. Изучение геологического строения и особенностей распределения коллекторов палеогена на локальных структурах Надворнянского нефтегазопромыслового района с целью выявления объектов для постановки поисково-разведочных работ: Отчет / ЦНИЛ ПО "Укрнефть". - Ивано-Франковск, 1993. - 193 с.

84. Розробка нових напрямків пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ у межах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину на основі використання структурного, палеоструктурного, літофаціального та палеогеографічного аналізів: Звіт / ЦНДЛ ВАТ "Укрнафта". - Івано-Франківськ, 1996. - 186 с.

85. Розшуки і підготовка нафтогазоперспективних об'єктів в Бориславсько-Покутській зоні Передкарпатського прогину і Складчастих Карпат: Звіт про результати сейморозвідувальних робіт МСГТ на Долішнянській (с/п 52/89), Пігівській і Чорчинській (с/п 54/89), Лугівській (с/п 56/89), Смільнянській і Дережицькій (с/п 57/89) ділянках і ВСП в глибоких свердловинах (с/п 60/89) / ЗУГРЕ. - Львів, 1991.

86. Уточнення геологічної будови структур, площ і родовищ Долинського і Надвірнянського нафтопромислових районів та виявлення нових перспективних нафтогазоносних об'єктів за аналізом даних буріння і геофізичних матеріалів 1999 року: Звіт / ГТП Івано-Франківського УБР. -

Івано-Франківськ, 1999. - С. 81.

87. Виділення перспективних ділянок під пошуки покладів нафти і газу в межах Долинського нафтогазоносного району за результатами переінтерпретації геолого-геофізичних даних. Звіт по темі 470-І/94. - Івано-Франківськ, 1994. - 164 с.

88. Михайлів І.Р. Щодо кількісного опису складчастих структур // Матеріали 6-ої Міжнар. наук.-практ. конф. "Нафта і газ України-2000". - Том 1. - Івано-Франківськ.- 2000. - С. 124-125.

89. Орлов О.О., Трубенко О.М., Михайлів І.Р. Кількісні характеристики локальних структур Внутрішньої зони Передкарпатського прогину // Матеріали 5-ої Міжнар. наук.-практ. конф. "Нафта і газ України-98". - Том 1. - Полтава. - 1998. - С. 338-339.

90. Шестаков Ю.Г. Математические методы в геологии. - Красноярск: изд-во Красноярского университета, 1988. - 206 с.

91. Лаудон Т. ЭВМ и машинные методы в геологии. - М.: Мир, 1981. - 318 с.

92. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: Пер. с англ. / Под ред. И.С. Енюкова. - М.: Финансы и статистика, 1989. - 215с.

93. Дементьев Л.Ф. Математические методы и ЭВМ в нефтегазовой геологии. - М.: Недра, 1983. - 189 с.

94. Обработка геологической информации на микрокалькуляторах / Бабенко В.В., Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Черный Е.Д. - М.: Недра, 1988. - 134 с.

95. Гзовский М.В. Математика в геотектонике. - М.: Недра, 1971. - 240 с.

96. Михайлів І.Р. Залежність кута падіння порід на крилах структури від коефіцієнту інтенсивності структуроутворення // Розвідка і розробка

нафтових і газових родовищ. Держ. міжвід. наук.-техн. зб. - Івано-Франківськ. – Вип. 36 (Том 1). - 1999. - С. 57-63.

97. Михайлів І.Р. , Омельченко В.Г. Залежність щільності розривних порушень від коефіцієнту інтенсивності структуроутворення для складок Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Держ. міжвід. наук.-техн. зб. - Івано-Франківськ. – Вип. 37 (Том 1). - 2000. - С. 111-113.

98. Мюллер П., Нойман П., Шторм Р. Таблицы по математической статистике: Пер. с нем. - М.: Финансы и статистика, 1982.- 278 с.

99. Соловьев В.О., Жук Н.М., Мансуров А.Н. Опыт количественной характеристики тектонических преобразований в позднем палеозой-триасе // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1987. - № 2. - С.3-8.

100. Паталаха Е.И., Курбашаев Г.М., Сапа А.В., Чугуннина А.А. Анализ степени деформации малых складок с помощью ЭВМ // Изв. АН СССР. Серия геология. – 1988. - № 11. - С. 117-121.

101. Аронский А.А., Беличенко П.В., Гинтов О.Б., Муровская А.В. Кинематические параметры деформирования верхних горизонтов земной коры Украинских Карпат в миоцен-плейстоценовую эпоху (по тектонофизическим данным).1 // Геофизический журнал. - 1995. - № 3. - Том.17. - С.58-67.

102. Аронский А.А., Беличенко П.В., Гинтов О.Б., Муровская А.В. Кинематические параметры деформирования верхних горизонтов земной коры Украинских Карпат в миоцен-плейстоценовую эпоху (по тектонофизическим данным).2 // Геофизический журнал. - 1995. - № 5. - Том 17. - С.11-19.

103. Аронский А.А., Беличенко П.В., Гинтов О.Б., Муровская А.В. Кинематические параметры деформирования верхних горизонтов земной коры Украинских Карпат в миоцен-плейстоценовую эпоху (по

тектонофизическим данным).3 // Геофизический журнал. - 1995. - № 6. - Том 17. - С. 3-13.

104. Девіс Дж.С. Статистический анализ данных в геологии: Пер. с англ.. – М.: Недра, 1990. – 427 с.

105. Орлов О.О., Михайлів І.Р., Омельченко В.Г. Класифікація тектонічних структур Передкарпатського прогину // Науковий вісник Ів.-Франк. нац. техн. унів-ту нафти і газу. – 2001. – № 1. – С. 12-19.

106. Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В. Казанцева Т.Т. Происхождение складчатости. – М.: Научная думка, 1981. - 135 с.

107. Гинтов О.Б., Гутерман В.Г. Механизм формирования покровной структуры Карпат по данным моделирования, парагенетического и кинематического анализов // Материалы совещания “Структурные парагенезы и их ансамбли”. - М.:ГЕОС, 1997. - С. 32-34.

108. Павлова Н.Н. Деформационные и коллекторские свойства горных пород. - М.: Недра, 1975. - 179 с.

109. Баклашов И.В. Механика горных пород. - М. Недра, 1975. - 180 с.

110. Копистянський Р.С. Значення тріщинуватості порід у формуванні нафтових родовищ Радянських Карпат. – К.: Вид-во АН Української РСР, 1959. - 75 с.

111. Орлов О., Мончак Л., Михайлів І., Омельченко В. Модель процесу складкоутворення у Бориславсько-Покутській зоні Передкарпатського прогину // Тези Міжнар. наук. конф. “Геологія горючих копалин України”. – Львів. – 2001. - С. 186-188.

112. Котяхов Ф.И. Основы физики нефтяного пласта. – М.: Гостоптехиздат, 1956. - 363 с.

113. Котяхов Ф.И. Физика нефтяных и газовых коллекторов. - М.: Недра, 1977. - 287 с.

114. Орлов О.О., Трубенко О.М., Омельченко В.Г. Тріщинуватість гірських порід Внутрішньої зони Передкарпатського прогину // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1996. - Вип.33. - С. 49-57.

115. Трубенко О.М. Типи тектонічних тріщин в гірських породах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину //Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1998. - Вип. 35. Том 1. - С. 74 - 77.

116. Трубенко О.М. Системи тектонічних тріщин у відкладах Передкарпатського прогину західного нафтогазопромислового регіону України //Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1997. - Вип. 34. - С. 75-82.

117. Обоснование направлений поисков нефти и газа в глубокозалегающих горизонтах Украинских Карпат / Под ред. В.В. Глушко, С.С. Круглова. - Киев: Наук. думка, 1977. - 176 с.

118. Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до геолого-економічного вивчення ресурсів перспективних ділянок та запасів родовищ нафти і газу; Затв. Держ. коміс ією України по запасах корисних копалин 10.07.98. – К., 1998. - 45 с.

119. Атлас родовищ нафти і газу України: В 6 т. / Українська нафтогазова академія. - Львів, 1998. - Т.5. - 497 с.

120. Справочник по геологии нефти и газа / Под ред. Н.А. Еременко. - М.: Недра, 1984. - 480 с.

121. Газогеохімічний прогноз і системна оцінка перспектив нафтогазоносності площ АТ “Укрнафта” у Передкарпатському прогині для вибору першочергових нафтогазопошукових об’єктів: Звіт по темі 15/2000 / ІФНТУНГ. - Івано-Франківськ, 2001. - 106 с.

122. Геохімічні нафтогазопошукові дослідження на площах об'єднання “Укрнафта” в Передкарпатському прогині з метою оцінки перспектив нафтогазоносності локальних структур: Звіт по темі 109-1/93 / ІФДТУНГ. - Івано-Франківськ, 1993. - 137 с.

123. Геохімічні нафтогазопошукові дослідження на площах об'єднання “Укрнафта” в Передкарпатському прогині з метою оцінки перспектив нафтогазоносності локальних структур: Звіт по темі 159-1/93 / ІФДТУНГ. - Івано-Франківськ, 1994. - 137 с.

124. Газогеохімічний прогноз і системна оцінка перспектив нафтогазоносності площ АТ “Укрнафта” у Передкарпатському прогині для вибору першочергових нафтогазопошукових об'єктів: Звіт по темі 436-1/94 / ІФДТУНГ. - Івано-Франківськ, 1995. - 181 с.

125. Газогеохімічний прогноз і оцінка перспектив нафтогазоносності площ АТ “Укрнафта” у Передкарпатському прогині для вибору першочергових нафтогазопошукових об'єктів: Звіт по темі 55-1/95 / ІФДТУНГ. - Івано-Франківськ, 1996. - 168с.

126. Газогеохімічний прогноз і оцінка перспектив нафтогазоносності площ АТ “Укрнафта” у Передкарпатському прогині для вибору першочергових нафтогазопошукових об'єктів: Звіт по темі 160-1/96 / ІФДТУНГ. - Івано-Франківськ, 1997. - 192 с.

127. Бабаєв В.В., Коваль А.М., Сурков С.В., Введенська М.М. Структурно-геоморфологічні дослідження при підготовці пошукових об'єктів на газ у Прикарпатті // Нафтова і газова промисловість. – 1997. - № 2. - С. 12-15.

128. Осадчий В.Г., Приходько О.А., Грицик І.І. Оцінка перспектив регіональної нафтогазоносності півдня України за геотермічними параметрами // Тези доповідей Міжнар. наук. конф. “Геологія горючих копалин України”. - Львів. - 2001. - С. 192-193.

129. Уточнення геологічної будови і оцінка нафтогазоносності Микуличинського підняття та прилеглої території: Звіт по темі 149/97 / ІФДТУНГ. - Івано-Франківськ, 1999. - 76 с.

130. Вальд А. Последовательный анализ. – Л.: Физматгиз, 1960. – 483 с.

131. Виділення перспективних ділянок під пошуки покладів нафти і газу в межах Бориславсько-Покутської зони за результатами переінтерпретації геолого-геофізичних даних: Звіт по темі 169-1/93 / ІФДТУНГ. - Івано-Франківськ, 1993. - 55 с.

132. Мончак Л.С., Михайлів І.Р., Омельченко В.Г. Екрануючі властивості тектонічних порушень – умова існування пасток нафти і газу //Науковий вісник Ів.-Франк. нац. техн. унів-ту нафти і газу. – 2002. – № 1. – С. 13-15.