

Міністерство освіти і науки України  
Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу

Кафедра геології та розвідки  
нафтових і газових родовищ

**Л.С. МОНЧАК, О.М. ТРУБЕНКО**

**ПРИКЛАДНА ГЕОХІМІЯ НАФТИ І ГАЗУ**

***МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ***

**Для студентів спеціальностей “Геологія нафти і газу”**

Івано-Франківськ  
2008

МВ 02070855-2021-2008

Мончак Л.С., Трубенко О.М. Прикладна геохімія нафти і газу: Методичні вказівки для самостійного вивчення дисципліни. – Івано-Франківськ: Факел, 2008. – 40 с.

У методичних вказівки наведено зміст дисципліни, рекомендовані джерела одержання інформації, дані методичні поради до вивчення всіх розділів дисципліни, наводяться ключові запитання та завдання для самоконтролю, а також завдання на контрольну роботу

Методичні вказівки складено згідно з робочою програмою дисципліни “Прикладна геохімія нафти і газу” для студентів спеціальності “Геологія нафти і газу” освітньо-кваліфікаційних рівнів 7.070704 Спеціаліст, 8.070704 Магістр.

Призначені для самостійної роботи при вивченні дисципліни студентами очної і заочної форм навчання.

Рецензент:

доц. О.Є. Лозинський

Дане видання – власність ІФНТУНГ.  
Забороняється тиражування та розповсюдження

## Зміст

	Стор.
<b>Вступ</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Зміст дисципліни</b> .....	<b>5</b>
1.1 Вступ до дисципліни.....	5
1.2 Хімічний склад Землі.....	5
1.3 Геохімія вуглецю і органічних сполук гірських порід.....	6
1.4 Геохімія газів.....	7
1.5 Геохімія нафти.....	8
1.6 Нафтогазопошукова геохімія.....	9
1.7 Нафтогазопромислова геохімія.....	10
<b>2 Методичні поради для засвоєння дисципліни</b> .....	<b>12</b>
2.1 Змістові поради до теми “Вступ до дисципліни”.....	12
2.2 Змістові поради до теми “Хімічний склад Землі”.....	13
2.3 Змістові поради до теми “Геохімія вуглецю і органічних сполук гірських порід”.....	14
2.4 Змістові поради до теми “Геохімія газів”.....	16
2.5 Змістові поради до теми “Геохімія нафти”.....	18
2.6 Змістові поради до теми “Нафтогазопошукова геохімія”.....	21
2.7 Змістові поради до теми “Нафтогазопромислова геохімія”.....	27
<b>3 Контрольні та домашні завдання</b> .....	<b>31</b>
<b>4 Перелік рекомендованих джерел</b> .....	<b>35</b>
4.1 Основна література.....	35
4.2 Додаткова література.....	35

## ВСТУП

Геохімія нафти і газу відносно молода галузь науки. По визначенню французького вченого М. Луї геохімія нафти являє собою застосування органічної хімії до геології нафти.

Метою вивчення дисципліни “Прикладна геохімія нафти і газу” студентами спеціальності «Геологія нафти і газу» є набуття ними професійних знань про геохімічні закономірності змін нафти і газу в земній корі та практичне їх використання при веденні пошуково-розвідувальних робіт, розробці нафтогазових родовищ, експлуатації підземних сховищ газу та охороні надр і довкілля. Геохімія нафти і природного газу вивчає не лише нафту і природний газ, але й речовини, з яких вони могли утворитись, розподіл і перетворення цих речовин в різних умовах, а також продукти природного перетворення нафти.

Базою для даної дисципліни є знання з хімії, загальної геології та дисциплін нафтогазового спрямування.

Матеріал даного курсу згруповано так, щоб його вивчення йшло від більш загальних питань загальної геохімії, геохімії вуглецю і органічної геохімії до геохімії органічних речовин в осадових породах і нарешті до геохімії нафт, які утворюють поклади. Вивчення нафти, процесів її утворення і перетворення неможливе без вивчення природних газів, які в більшості випадків залягають разом. Нафтові поклади вміщують ті чи інші кількості газу, а газові часто включають певну частину газорозчиненої нафти.

Коли говорять про корисну копалину ”газ”, то мають на увазі горючі гази, вуглеводневі гази. Разом з тим геохімія повинна розглядати це питання значно ширше, тому що газоподібні речовини різного складу широко розповсюджені на Землі за її межами. Тому в даному курсі розглянуто деякі питання геохімії неуглеводневих газів. Це необхідно хоч би й по тій причині, що природні горючі гази, часто включають неуглеводневі компоненти (вуглекислий газ, гелій, аргон і т.д ), які в деяких випадках мають навіть самостійне промислове значення.

Завданням дисципліни є ознайомлення студентів з основами загальної геохімії Землі та її геосфер, геохімією вуглецю та органічної речовини. Це є основою для вивчення безпосередньо геохімії нафти і газу. Значна увага приділяється прикладним питанням, тобто, використанню геохімічних

досліджень при прогнозуванні нафтогазоносності і проведенні пошуково-розвідувальних робіт як на суші, так і на морі, контролю за розробкою родовищ та станом довкілля.

У результаті вивчення даної дисципліни студенти повинні:

– знати основні теоретичні положення загальної, органічної геохімії та геохімії нафт, газів і конденсатів; нафтогазопошукової та нафтопромислової геохімії; методику польових експериментальних та інтерпретаційних робіт при веденні пошуків, розвідки, розробки нафтових, газових і газоконденсатних родовищ та експлуатації підземних газосховищ і спостереженням за охороною навколишнього середовища;

– вміти використовувати геохімічні закономірності для практичних цілей; виділяти геохімічні аномалії та давати їм пояснення; оцінювати геолого – економічну ефективність виконання геохімічних робіт при веденні пошуків, розвідки та експлуатації нафтових і газових родовищ та сховищ.

Для освоєння дисципліни будуть задіяні такі види навчальних занять: лекції, лабораторні заняття та самостійна робота. Контроль і оцінювання знань буде здійснюватись як протягом семестру – шляхом поточного тестування, приймання лабораторних робіт, так і по завершенні семестру — у вигляді заліку.

## **1 ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ**

### ***1.1 Вступ до дисципліни.***

Мета вивчення дисципліни та її місце в системі підготовки фахівців з нафтогазового спрямування. Структура та зміст дисципліни, зв'язок з іншими дисциплінами, рекомендована література. Вимоги до знань та вмінь і методика їхнього оцінювання. Роль вітчизняних вчених.

### ***1.2 Хімічний склад Землі.***

***Загальні геохімічні закономірності.*** Хімічний склад Землі. Основні закономірності розповсюдження хімічних елементів. Зональності хімічного складу Землі. Середній вміст елементів. Геосфери Землі. Хімічний склад геосфер Землі. Відносна поширеність елементів у Сонячній системі. Геохімічні закономірності за правилом Оддо-Харкінса. Внутрішні та зовнішні чинники міграції хімічних елементів.

Класифікація хімічних елементів за міграційною здатністю.

**Геохімічні процеси в мантії.** Склад мантії Землі. Склад метеоритної речовини. Розподіл елементів в надрах Землі. Термодинамічні процеси. Фазові переходи.

**Геохімія літосфери.** Розповсюдження і розподіл хімічних елементів в межах геосфери, форми їх знаходження, геохімічні процеси, що тут відбуваються і призводять до фактичного розподілу елементів і їх форм. Хімічний склад земної кори. Літогенез. Геохімія седиментогенезу і діагенезу. Геохімічна класифікація осадових порід. Геохімія катагенезу. Геохімія гідротермальних процесів. Геохімія процесів метаморфізму. Геохімія магматичних процесів. Геохімія гіпергенезу.

**Геохімія гідросфери.** Закономірності розподілу та переміщення хімічних елементів у морях і океанах. Форми міграції. Кругообіг. Вміст основних іонів в нормальній морській воді. Генезис окремих компонентів водного розчину.

**Геохімія атмосфери.** Геохімічна та геологічна роль атмосфери. Розподіл атмосфери. Стратосфера. Стратосферна пауза. Хімічний склад тропосфери. Мезосфера. Термосфера. Екзосфера. Іоносфера. Будова атмосфери і хімічні процеси, що в ній проходять. Джерела іонів в атмосфері. Генезис і еволюція атмосфери.

**Геохімія біосфери.** Біосфера. Роль біосфери в геохімії. Елементний склад найважливіших типів живих істот. Середній вміст елементів по декадах в сухій речовині організмів. Концентрація морськими організмами хімічних елементів. Біогеохімічні процеси. Зв'язок біогеохімії з техногенезом.

**Геохімія техногенезу.** Техногенні процеси Землі. Вплив техногенезу на міграцію окремих хімічних елементів. Вплив техногенезу на геохімію елементів. Техногенні аномалії. Екологічна геохімія (екогеохімія). Техногенні геохімічні процеси.

### **1.3 Геохімія вуглецю і органічних сполук гірських порід.**

**Геохімія вуглецю.** Вуглець. Фізико-хімічні властивості вуглецю. Поширення вуглецю. Розподіл вуглецю в геосферах. Загальний кругообіг (геохімічний цикл) вуглецю в межах Землі. Роль живої речовини (біоса). Седиментаційно-денудаційний цикл вуглецю. Метаморфічний цикл вуглецю.

Еволюція геохімічного кругообігу вуглецю. Геохімічна історія вуглецю.

**Геохімія ізотопів біогенних елементів.** Ізотопні дослідження біогенних елементів. Поширеність стабільних ізотопів біогенних елементів. Ізотопне відхилення. Атомні маси і вміст у природних сумішах стабільних ізотопів біогенних елементів. Визначення поширеності елементів. Фракціонування ізотопів. Фізичні процеси фракціонування. Ізотопи вуглецю, кисню, азоту, водню, сірки. Геохімія стабільних ізотопів.

**Органічна геохімія.** Поширення органічної речовини в природі. Розподіл і перетворення органічних сполук. Загальний вміст ОР породах і водах. Білки. Жири (ліпіди). Вуглеводні Ліпоїди, Пігменти порфіринів. Лігнін. Гумінові речовини. Гумінові кислоти. Фульвокислоти. Металоорганічні, елементоорганічні з'єднання. Продукти перетворення біохімічних компонентів в гідросфері, педосфері і пелосфері. Час повного геохімічного круговороту речовин. Геохімічний цикл. Дисперсні (розсіяні) органічні речовини. Розсіяна органічна речовина (РОР). Бітумоїди. Типи бітумоїдів. Генетичні типи бітумоїдів. Основні фракції бітумоїдів. Значення вивчення бітумоїдів. Гумінові кислоти. Кероген.

#### **1.4 Геохімія газів.**

**Умови знаходження, склад і генетичні типи природних газів.** Природні гази. Умови знаходження. Склад природних газів. Генетичні типи природних газів. Поділ газів Землі за походженням.

**Основні властивості природних газів.** Густина газу. Молекулярна маса природного газу. В'язкість газу. Розчинність газу. Сорбція (поглинання) газу. Дифузія газу або проникнення. Швидкість дифузії газу. Коефіцієнти дифузії. Фільтрація газу. Спливання (впливання, сплиття) газу. Критична температура. Критичний тиск. Гідратоутворення вуглеводнів.

**Класифікація природних газів.** За формою знаходження. За джерелами виникнення. За складом.

**Гази підземних вод.** Газонасиченість пластових вод. Геохімічні обстановки знаходження газів в літосфері. Регіональна зональність газовмісту підземних вод нафтогазоносних областей.

**Склад і форми знаходження природних горючих газів в надрах.** Природні горючі гази. Склад природних горючих газів. Знаходження природних горючих газів в надрах.

**Формування хімічного складу газів у газових і нафтових покладах.** Природні гази газових родовищ. Процеси утворення вуглеводневих газів. Газовий фактор. Склад природних газів. Коефіцієнт сухості. Зміна складу газів в покладах.

**Газоконденсатні системи.** Газоконденсатні системи (ГКС). Фізичні властивості конденсатів. Хімічний склад конденсатів. закон зворотного (ретроградного) випаровування і конденсації. Фазова діаграма багатокомпонентної системи. Газовий або газоконденсатний фактор. Конденсатність. Походження газоконденсатів.

**Газові гідрати.** Газові гідрати або кристалогідрати. Утворення газогідратів. Умови утворення газогідратів.

### **1.5 Геохімія нафти.**

**Елементний хімічний склад нафт.** Склад нафти. Геохімічна характеристика нафт. Мікроелементи нафт.

**Ізотопний склад нафт.** Ізотопи вуглецю, водню, сірки, азоту, кисню. Величина відхилення (“приросту”)  $\delta$ .

**Груповий та індивідуальний хімічний склад нафт.** Класи вуглеводнів. Насичені вуглеводні. Ненасичені вуглеводні. Парафінові вуглеводні. Нафтеніві вуглеводні. Ароматичні вуглеводні (арени).

**Невуглеводневі складники нафт.** Кисеньорганічні сполуки (феноли, кетони, ефіри). Сірководородні сполуки (меркаптани (тіоли) аліфатичні і циклічні, сульфідні аліфатичні та циклічні, тіофени і цикланотіофени, складні тіофени). Азоторганічні сполуки (піридин, хінолін, індол, карбазол, пірол). Металоорганічні комплекси (порфірини). Смоли і асфальтени.

**Процеси перетворення та закономірності змін нафт в природі.** Термокаталітичні і термічні перетворення нафт. Окиснення нафт. Осірчення (сіркування) нафт.

**Зміна властивостей нафти і газу при міграції та формуванні їх покладів.** Процеси міграції вуглеводнів. закономірності зміни вуглеводневого, фракційного, компонентного та ізотопного складу систем. Газонафтова система. Геохімічні показники процесу латеральної міграції газонафтової системи і принципова схема її диференціації.

Природні фактори перетворення. Газоконденсатна система (ГКС). Геохімічні показники процесу вертикальної міграції газонафтової і газоконденсатної систем і принципова схема їх диференціації. Геохімічні показники процесу латеральної міграції газоконденсатної системи і принципова схема її диференціації.

**Геохімічна класифікація нафт.** Стандартизована класифікація нафт. Хімічна класифікація нафт. Хімічні (геохімічні) типи нафт ( $A^1$ ,  $A^2$ ,  $B^2$ ,  $B^1$ ).

### **1.6 Нафтогазопошукова геохімія.**

**Геохімічні дослідження при оцінюванні перспектив нафтогазоносності.** Роль геохімічних досліджень при оцінюванні перспектив нафтогазоносності. Задачі геохімічних досліджень при оцінюванні перспектив нафтогазоносності.

**Виявлення нафтогазоносних товщ (комплексів).** Виходи нафти. Геохімічний метод виявлення нафтогазоносних товщ (комплексів). Форми знаходження різних бітумів. Умовини при оцінці нафтогазоносності.

**Виявлення нафтогазопродукуючих товщ.** Діагностика нафтогазопродукуючих порід. Процеси еміграції нафти (протомікронафти). Виділення та картування нафтогазопродукуючих товщ. Показники при оцінюванні можливої нафтогазоносності окремих територій та комплексів порід. Нафтиди. Епінафтиди.

**Кількісна оцінка можливої нафтогазоносності.** Коефіцієнта еміграції. Визначення коефіцієнта еміграції. Нафтогазоматеринський потенціал. Параметр  $S_1$ . Параметр  $S_2$ . Параметр  $S_1/C_{орг}$ . Індекс продуктивності (PI). Водневий індекс (HI).

**Пошук шляхів міграції вуглеводнів.** Методи виявлення слідів міграції нафти (бітумоїдів) в породах. Напрями міграції бітумоїдів (нафт).

**Геохімічні дослідження при пошуках скупчень нафти чи газу.** Теоретичні основи. Дифузія. Коефіцієнт дифузії. Об'ємна швидкість дифузії. Фільтрація. Об'ємна швидкість фільтрації. Ефузія (впливання) газів. Явища сорбції. Геохімічні ореоли розсіювання. Ореоли геохімічного впливу. Геохімічне поле. Фон. Аномалія. Загальне геохімічне поле. Геохімічна аномалія. Зони пошукового геохімічного випробовування (верхня та нижня). Геохімічна проба. Геохімічне випробовування. Об'єкти геохімічних досліджень.

Об'єкти геохімічних пошуків. Геохімічна зйомка. Картування геохімічних полів.

**Приповерхневі геохімічні дослідження (пошуки).** Причини газовообміну. Фактори газообміну. Газо-бактеріальний фільтр. Метод газової зйомки. Газова зйомка по снігу. Бітумінологічний метод. Гідрохімічний метод. Біогеохімічний метод. Літогеохімічний метод. Ізотопно-геохімічний метод.

**Геохімічні дослідження опорних горизонтів.** Опорні горизонти. Вимоги до опорних горизонтів. Газова вуглеводнева аномалія. Контрастність газової аномалії. Карти газонасиченості опорних горизонтів. Форми газових аномалій.

**Геохімічні дослідження нафтогазоносних пластів.** Мета досліджень. Газометрія свердловин (газовий каротаж). Інтерпретація діаграм газометрії. Люмінометрія свердловин.

**Геохімічні дослідження водоносних пластів (законтурних).** Мета вивчення розчинених в природних водах газів. Джерела газів в водах. Склад розчинених газів. Особливості розподілу газів в нафтогазоносних басейнах і законтурних частинах покладів.

**Прогнозування фазового стану та якості нафти і газів у покладах.** Методи прогнозування фазового стану у покладах. Діаграма визначення типу покладів.

**Особливості геохімічних досліджень в акваторіях.** Геохімічні зони в морських басейнах. Методика проведення геохімічних досліджень. Коефіцієнт тектонічної активності

**Основи інтерпретації геохімічних нафтогазопошукових досліджень.** Задачі прогнозування нафтогазоносності надр. Вуглеводневогеохімічні показники (критерії) (газові, біогеохімічні, гідрогеохімічні, бітумінологічні і літогеохімічні). Форми газових аномалій.

### **1.7 Нафтогазпромислова геохімія.**

#### **Геохімічні методи при розробці родовищ.**

**Зміна властивостей нафти, газу, конденсату при експлуатації свердловин та розробці покладів.** Розподіл нафти в межах пласта. Типи диференціації нафти усередині покладів. Пластовий градієнт густини нафти. Зміни властивостей конденсатів в процесі розробки покладів. Ретроградні явища в процесі експлуатації свердловин. Зміни фізикохімічних характеристик нафти в свердловинах при

розробці покладів.

**Використання нафтогазогеохімічних даних при довивченні геологічної будови покладів і родовищ.** Задачі використання аналізу геохімічних властивостей при довивченні (розвідуванні та дорозвідуванні) нафтових і газових покладів та родовищ в цілому.

**Використання нафтогазогеохімічних даних для встановлення працюючих пластів та їх продуктивності.** Задача встановлення працюючих пластів та їх продуктивності за геохімічними даними. Фотокалориметричний метод.

**Геохімічний контроль за просуванням ВНК.** Мета досліджень. Методика досліджень. Коефіцієнт світлопоглинання. Оптична густина. Швидкість руху нафти.

**Геохімічні дослідження при нагнітанні води у пласти.** Мета досліджень. Методика досліджень.

**Геохімічний контроль за герметичністю нафтогазових свердловин.** Мета досліджень. Методика досліджень. Причини негерметичності свердловин.

**Геохімічні методи дослідження при експлуатації підземних сховищ газу.** Підземні сховища газу (ПСГ). Режим роботи підземних сховищ. Геохімічні дослідження на стадіях проектування та експлуатації ПСГ.

**Геохімічні спостереження за зміною властивостей газу при нагнітанні у підземні сховища газу та його видобутку.** Мета спостережень. Причини зміни компонентного складу нагнітальних сумішей.

**Геохімічний контроль за герметичністю підземних сховищ газу.** Мета застосування геохімічних досліджень. Гідрохімічні методи. Газова зйомка, мікробіологічні дослідження, рН і Eh – метрія. Газодебітна зйомка. Комплекс газогеохімічних досліджень.

## 2 МЕТОДИЧНІ ПОРАДИ ДЛЯ ЗАСВОЄННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### **2.1 Змістові поради до теми “Вступ до дисципліни”.**

Розглядаючи цю тему, необхідно уявити роль і місце дисципліни для оволодіння своєю фаховою майстерністю, мету вивчення дисципліни та основні питання, які висвітлюються в ній. Зверніть увагу на те, що основним об’єктом геохімії нафти і газу є не тільки “готова нафта і газ”, але також речовини, з яких вони утворюються та речовини, що утворюються з нафт і газів або під їх дією. Тому потрібно вивчити всі ці речовини, щоб віднайти правильні відповіді про утворення, міграцію та перетворення нафт і газів у природі.

#### **2.1.1 Необхідні знання**

За результатами вивчення даної теми студент повинен знати:

- мету вивчення дисципліни;
- перелік всіх тем дисципліни та основних питань, що в ній розглядаються;
- місце дисципліни в системі підготовки фахівців із спеціальності.
- роль зарубіжних і вітчизняних учених у розвитку нафтогазової геохімії.

#### **2.1.2 Набуті вміння**

На основі отриманих знань із даної теми студент повинен вміти:

- орієнтуватися в структурі питань, які вивчає дисципліна;
- знати застосування геохімії нафти і газу в народному господарстві.

#### **2.1.3 Контрольні запитання та завдання**

1 Сформулюйте мету вивчення дисципліни ”Прикладна геохімія нафти і газу”.

2 Наведіть структурну схему дисципліни за темами, які вона розглядає.

3 Які основні питання висвітлюються в дисципліні?

4 Що вам відомо про історію знань про нафту і газ?

5 Перелічіть учених, які внесли значний внесок в розвиток нафтогазової геохімії в світі та в Україні.

6 Схарактеризуйте основні сфери використання нафти і газу в сучасному світовому господарстві.

### **2.2 Змістові поради до теми “Хімічний склад Землі”.**

Вивчення цієї теми слід розпочати із повторення питання про хімічний склад Землі, окремих її геосфер та основних закономірностей розповсюдження хімічних елементів. Слід зауважити, що найпоширенішими елементами є кисень, залізо, силіцій, магній. Особливу увагу зверніть на геохімічну класифікацію, на скільки груп за цією класифікацією поділяються хімічні елементи. Розгляньте уважно які елементи є більш поширеними в межах Землі і з якими масами. Розглядаючи питання "геосфери Землі" слід з'ясувати, які геохімічні просеси відбувається: седиментогенез, гіпергенез, катагенез, гідротермальні та магматичні процеси, регіональний метаморфізм. Слід звернути увагу на техногенні процеси Землі та вплив їх на міграцію окремих хімічних елементів.

### **2.2.1 Необхідні знання**

За результатами вивчення даної теми студент повинен знати:

- хімічний склад Землі;
- закономірності розподілу геохімічних елементів;
- геохімічна класифікація елементів;
- геохімічні процеси мантії;
- геосфери Землі;
- поняття літосфера;
- форми міграції;
- геохімічна та геологічна роль атмосфери;
- техногенні процеси Землі.

### **2.2.2 Набуті вміння**

На основі отриманих знань із даної теми студент повинен вміти:

- аналізувати закономірності розповсюдження хімічних елементів Землі;
- аналізувати закономірності розповсюдження хімічних елементів у Сонячній системі;
- за правилом Оддо-Харкінса визначати геохімічні закономірності елементів;
- вміти прослідковувати міграцію окремих хімічних елементів за результатами техногенних процесів;
- виявляти техногенні аномалії.

### **2.2.3 Контрольні запитання та завдання**

1 Які фактори впливають на розподіл хімічних елементів в Землі?

2 Назвіть головні хімічні елементи мантії Землі?

3 Які головні реакції та якого характеру відбуваються при діагенезі?

4 Що таке геохімічні бар'єри і яка їх роль в утворенні покладів корисних копалин?

5 Охарактеризуйте геохімію гідротермальних процесів.

6 Назвіть головні компоненти та мікродомішки атмосфери.

7 Що таке біосфера?

8 Який вплив має техногенез на геохімію елементів?

### ***2.3 Змістові поради до теми "Геохімія вуглецю і органічних сполук гірських порід".***

Вивчення цієї теми слід розпочати з розгляду хімічного елементу - вуглець. Звернути увагу на фізико-хімічні властивості вуглецю, його поширення та розподілу в геосферах. З'ясуйте для себе який загальний кругообіг, тобто геохімічний цикл вуглецю в межах Землі, зверніть увагу на седиментаційно-денудаційний цикл вуглецю, а також на метаморфічний цикл.

Розгляд цієї підтеми слід розпочати з в'яснення терміну і змісту поняття ізотоп. Потім зупиніться на вивченні ізотопних досліджень біогенних елементів, їх поширеності. Також з'ясуйте для себе поняття ізотопне відхилення, коли його значення додатне, а коли від'ємне. Уважно розгляньте питання геохімія ізотопів біогенних елементів (вуглецю, кисню, азоту, водню, сірки).

Переходячи до вивчення питання "Органічна геохімія" слід розглянути поширеність органічної речовини в природі та розподіл і перетворення органічних сполук поза живою матерією. З'ясуйте для себе спочатку суть термінів: білки, жири (ліпіди), вуглеводні ліпоїди, пігменти порфіринів, лігнін, гумінові речовини, гумінові кислоти, фульвокислоти, металоорганічні елементоорганічні з'єднання.

В процесі вивчення дисперсних (розсіяних) органічних речовин слід звернути увагу студентів де присутні ОР, в яких осадових породах, у якому вигляді чи то мікропрошарки, чи лінзочки, чи вкраплення, чи детрит, чи дрібнодиспергований матеріал, чи прожилки. З'ясувати для себе, які виділяють генетичні типи та фракції бітумоїдів, яке практичне значення їх вивчення. На завершення вивчення цієї теми слід засвоїти студентам поняття –кероген. Це основна за масою фракція органічної речовини порід (в тому числі і горючих) та що

нерозчинна в органічних розчинниках і у водних розчинах лугу. Кероген є найбільш важливою формою органічного вуглецю на Землі. Для виділення його у чистому вигляді потрібно зруйнувати мінеральну частину породи за допомогою кислот (соляною і плавиковою). Це порошок від брунатного до чорного кольору.

### **2.3.1 Необхідні знання**

За результатами вивчення даної теми студент повинен знати:

- фізико-хімічні властивості вуглецю;
- поширення вуглецю;
- загальний кругообіг (геохімічний цикл) вуглецю в межах Землі;
- геохімічну історію вуглецю;
- суть терміну "ізопад";
- поширеність стабільних ізопадів біогенних елементів;
- фракціонування ізопадів, та фізичні процеси фракціонування;
- ізопади вуглецю, кисню, азоту, водню, сірки;
- геохімія стабільних ізопадів;
- що вивчає органічна геохімія;
- поширення органічної речовини в природі та її розподіл і перетворення;
- суть понять: білки, жири, вуглеводні, ліпоїди, пігменти порфіринів, лігнін, гумінові речовини, гумінові кислоти, фульвокислоти, металоорганічні елементоорганічні з'єднання;
- дисперсні (розсіяні) органічні речовини;
- суть термінів бітумоїди, бітумоїд, та типи бітуміноїдів;
- суть терміну "кероген";
- елементний склад керогену.

### **2.3.2 Набуті вміння**

На основі отриманих знань із даної теми студент повинен вміти:

- вміти зображувати геохімічний цикл вуглецю в межах Землі;
- вміти розраховувати ізопадне відхилення;
- оцінювати зв'язок органічної геохімії з геохімією нафти;
- визначати вміст органічної речовини в різних

породах;

- визначати вміст  $C_{\text{орг}}$  у породах;
- вміти розраховувати вміст (вихід) бітумоїда;
- вміти розраховувати бітумоїдний коефіцієнт в

породах;

- вміти зображувати еволюційні криві керогенів типів I, II і III, що найбільш поширені в природі.

### **2.3.3 Контрольні запитання та завдання**

1 Скільки органічних сполук утворює вуглець при взаємодії його атомів між собою та іншими елементами?

2 Чи може вуглець сполучатись між собою більше ніж потрійними зв'язками?

3 Яка неорганічна сполука вуглецю відіграє важливу роль в живій і неживій природі?

4 Охарактеризуйте основні цикли кругообігу вуглецю в межах Землі.

5 Назвіть ізотопний склад (ізотопні відхилення) для вуглецю нафт і газів.

6 Яка різниця між ізотопним складом метану із покладів і біогенного метану?

7 Чи зберігаються білки після відмирання живої матерії?

8 Що таке кругообіг речовин або геохімічний цикл?

9 Які шляхи утворення металоорганічних сполук в природі?

### **2.4 Змістові поради до теми “Геохімія газів”.**

Гази присутні в усіх оболонках Землі. Отже, для кращого вивчення цієї теми слід повторити поняття “природні гази”, що це за суміші, в якому стані вони трапляються в природі, а також слід студентам звернути особливу увагу на походження їх в межах земної кори.

При розгляді даної теми слід звернути увагу на основні властивості природних газів (густина газу, молекулярна маса природного газу, в'язкість газу, розчинність газу, сорбція (поглинання) газу, дифузія газу або проникнення, швидкість дифузії газу, коефіцієнти дифузії, фільтрація газу, спливання (випливання, сплиття) газу, критична температура, критичний тиск, гідратуутворення вуглеводнів).

Питання класифікації природних газів дуже складне, оскільки гази мають різноманітний склад, різні походження, умови знаходження і фізичний стан в природі, крім того, гази

мають велику міграційну здатність, створюють різні суміші і рідко бувають однорідними за хімічним складом тому слід уважно розглянути всі існуючі класифікації газів.

Починаючи вивчення водорозчинених газів слід звернути увагу, на те що їх дослідження пов'язані з вивченням процесів міграції, формування і руйнування покладів вуглеводнів, а також з регіональним прогнозом нафтогазоносності, тому слід звернути увагу та розглянути додатково процеси формування осадів, їх перетворення в гірські породи.

Розгляд теми "Формування хімічного складу газів у газових і нафтових покладах" слід розпочати з того, що вільні природні горючі гази мають в основному вуглеводневий склад, рідше в їх складі переважає азот і рідко діоксид вуглецю або сірководень. Зверніть увагу на склад природних газів газових родовищ, а саме на метан та важкі його гомологи, а також в результаті яких процесів в земних надрах вони утворюються. З'ясуйте для себе що таке газовий фактор, і з якою метою він використовується.

Вивчення питання "газоконденсатні системи" слід з'язувати поняття: вуглеводневі системи, рідка фаза, конденсат. Розгляньте характеристики фізичних властивостей і хімічний склад конденсатів, яким законам підпорядковуються газоконденсатні системи. З'ясуйте для себе поняття: криконденбара і крикондентерма, газовий або газоконденсатний фактор і конденсатність.

Переходячи до вивчення підрозділу "Газові гідрати" слід з'ясувати термін газові гідрати або кристалогідрати. Далі розгляньте умови утворення газогідратів. Умови утворення, розкладання газогідратів, який вони мають склад газу, температуру і тиск. На завершення вивчення цієї теми розгляньте проблему використання газогідратних покладів, так як питання видобутку газу з них передбачається вирішувати шляхом створення таких умов в пласті, при яких газогідрати розкладатимуться на газ і воду.

#### **2.4.1 Необхідні знання**

За результатами вивчення даної теми студент повинен знати:

- умови знаходження, склад і генетичні типи природних газів;
- поділ газів Землі за походженням;
- основні фізико-хімічні властивості природних газів;

- класифікацію природних газів (за формою знаходження, за джерелами виникнення, за складом);
- газонасиченість пластових вод, та геохімічні обстановки знаходження газів в літосфері;
- формування хімічного складу газів у газових і нафтових покладах;
- газоконденсатні системи, їх фізичні властивості, хімічний склад конденсатів, закон зворотного (ретроградного) випаровування і конденсації;
- газові гідрати або кристалогідрати, їх умови утворення газогідратів та використання газогідратних покладів.

#### **2.4.2 Набуті вміння**

На основі отриманих знань із даної теми студент повинен вміти:

- визначати фізичні параметри газів (густина газу, молекулярна маса природного газу, в'язкість газу, розчинність газу, сорбція (поглинання) газу, дифузія газу або проникнення, швидкість дифузії газу, коефіцієнти дифузії, фільтрація газу, спливання (впливання, сплиття);
- аналізувати склад водорозчинених газів;
- вміти визначати газовий фактор, конденсатність.

#### **2.4.3 Контрольні запитання та завдання**

- 1 Що таке сорбовані гази?
- 2 Як класифікують природні гази за їх хімічним складом?
- 3 Назвіть основні біогенні та техногенні гази.
- 4 Де вище розчинність вуглеводневих газів у воді чи нафті?
- 5 Які речовини у літосфері виступають сорбентами газів?
- 6 Від чого залежить коефіцієнт дифузії газів?
- 7 Що таке критичний тиск і критична температура?
- 8 Що Ви знаєте про розчинені гази у підземних водах?
- 9 Що таке нафтові або супутні гази?
- 10 В чому суть ретроградного випаровування і конденсації?
- 11 При яких температурах утворюються газогідрати?

#### **2.5 Змістові поради до теми “Геохімія нафти”.**

Вивчення цієї теми слід розпочати з повторення поняття ”нафта”, згадати зовнішні ознаками нафти. При

повторенні хімічного складу нафти треба чітко розрізнити елементний (тобто кількісний вміст хімічних елементів, що утворюють нафту), груповий (тобто вміст різних груп елементів, які знаходяться в нафті), ізотопний (тобто вміст різних ізотопів в нафті, а саме вуглецю, водню, сірки, азоту, кисню) склади, розглядаючи груповий склад нафти, особливу увагу зверніть на класи вуглеводнів у нафті, оскільки вони здебільшого переважають над іншими класами речовин в нафті та визначають її тип. Корисно більш детально повторити про сірчисті (меркаптани (тіоли) аліфатичні і циклічні, сульфіді аліфатичні та циклічні, тіофени і цикланотіофени, складні тіофени), кисеньорганічні (феноли, кетони, ефіри), азоторганічні (піридин, хінолін, індол, карбазол, пірол) сполуки, а також металоорганічні комплекси (порфірини) в нафті та з характеристикою смолисто-асфальтенових речовин.

Переходячи до розділу процесів перетворення та закономірностей змін нафт в природі слід пам'ятати, що нафта в покладах, як і в родовищах, є багатоконпонентною сумішшю, що пов'язані поступовими переходами та зазнають відповідних перетворень (змін) у своєму складі. Такі процеси можуть відбуватися за рахунок термічного впливу – термолізу, каталітичного впливу алюмосилікатних мінералів в умовах підвищених температур – термokatалізу, впливу окисно-відновних реакцій, а особливо за участю мікроорганізмів – біодеградації або біохімічної еволюції.

При розгляді питання зміни властивостей нафти і газу при міграції та формуванні їх покладів слід усвідомити студентам, що найбільш достовірну інформацію про процеси міграції вуглеводнів несуть не показники їх фізико-хімічної подібності, а закономірності зміни вуглеводневого, фракційного, компонентного та ізотопного складу систем. Сукупність природних чинників перетворення складу нафт і газів при їх міграції дозволяє систематизувати всі прояви цього процесу у вигляді критеріїв різної міри достовірності. Більш того, виникає можливість на основі використання цих критеріїв уточнити ряд положень, що характеризують умови міграції вуглеводневих систем, а також теоретичні принципи формування покладів нафти і газу. При завершенні розгляду цього питання слід уважно розглянути геохімічні зміни при диференціальному вловлюванні для різних вуглеводневих систем за В.А. Чахмахчевим.

Вивчаючи питання класифікації нафт зауважимо, що були запропоновані різні класифікації, але з позиції геохімії краще використовувати результати газорідинної хроматографії всієї нафти, за якою виділяють чотири типи нафт: А<sup>1</sup>, А<sup>2</sup>, Б<sup>2</sup>, Б<sup>1</sup>. Кожний з виділених типів нафт мають свої основні характеристики, які в першу чергу потрібні для геохімічних досліджень. Тому потрібно розуміти, що для типізації нафт та їх кореляції краще використовувати дані про всю нафту, а не про її окремі фракції.

### **2.5.1 Необхідні знання**

За результатами вивчення даної теми студент повинен знати:

- зовнішні ознаки нафти;
- елементний, груповий, ізотопний та індивідуальний склад нафти;
- процеси термолізу, термокаталізу та окисно-відновних реакцій;
- зміни властивостей нафти і газу при міграції та формуванні їх покладів;
- геохімічну класифікацію нафт.

### **2.5.2 Набуті вміння**

На основі отриманих знань із даної теми студент повинен вміти:

- розраховувати концентрацію індивідуальних вуглеводнів;
- розраховувати вміст неуглеводневих сполук;
- визначати тип нафти за результатами газорідинної хроматографії;
- встановлювати коефіцієнт непарності.

### **2.5.3 Контрольні запитання та завдання**

- 1 Напишіть загальну формулу нафтових вуглеводнів.
- 2 Що таке гібридні вуглеводні?
- 3 Що таке коефіцієнт непарності?
- 4 Яке геохімічне значення ізопреноїдних алканів?
- 5 Які метали головним чином пов'язані з металоорганічними комплексами?
- 6 На чому базується геохімічна класифікація нафт?
- 7 Який тип нафт зазнав біодеградації?
- 8 Як змінюється вміст неуглеводневих компонентів при катагенезі?
- 9 Що відбувається з нафтаю при окисненні?
- 10 Які шляхи поступлення сірки в нафту?

## **2.6 Змістові поради до теми “Нафтогазопошукова геохімія”.**

Зауважимо, що безпосереднім предметом нафтогазопошукової геохімії є геохімічні критерії оцінки перспектив пошуків нафти і газу, геохімічні показники та ознаки покладів нафти і газу, а також способи використання їх при проведенні пошуків нафти і газу.

Для більш глибокого розуміння вивчення цієї теми студентам слід запам'ятати, що виділяють два основних напрямки. Перший напрямок пов'язаний з початковою стадією пошуків (попередні пошуки) та з роботами порівняльної оцінки перспектив пошуків нафти і газу в межах маловивчених чи частково вивчених окремих регіонів. В цьому випадку геохімічні дослідження спрямовані на виявлення нафтогазоносних товщ, товщ – джерел, що могли генерувати нафту чи газ, умови формування та збереження покладів нафти і газу в окремих регіонах та комплексах порід, а також кількісний прогноз ресурсів нафти і газу.

Другий напрямок пов'язаний з етапом детальних пошуків, тобто з вибором і підготовкою окремих площ для закладання і буріння пошукових свердловин. При цьому геохімічні дослідження спрямовані на прогнозування можливості існування покладів нафти чи газу в надрах окремих площ, блоків і т.п. Геохімічні дослідження важливі також і в процесі буріння та випробування пошукових свердловин з метою виявлення нафтогазоносних пластів, або їх законтурних частин.

Для достатньо впевненої діагностики студентам потрібно пам'ятати, що:

1 Сингенетичний бітумоїд не зазнав ніяких змін або із-за недостатньої зрілості органічної речовини, або із-за несприятливих геологічних умов, саме тому кількісний і якісний його зв'язок з вихідною органічною речовиною, його типом, проявляється дуже виразно.

2 Залишковий сингенетичний бітумоїд має більш кислий склад ніж сингенетичний бітумоїд, за рахунок втрати частини міграційноздатних компонентів.

3 Епігенетичний бітумоїд зазнав значного переміщення, збагачений найбільш рухомими компонентами.

4 Існують і змішані бітумоїди.

Нафтогазопродуруючі властивості порід потрібно

оцінювати на основі вивчення характеру органічних компонентів, їх розподіл в породах, співвідношення цих речовин з мінеральним середовищем, виявлення їх історії, стадій змін.

Для виділення та картування нафтогазопродукуючих товщ студентам необхідно вивчати:

а) фаціальну обстановку нагромадження осадових товщ у відповідному басейні літологічними, геохімічними, палеонтологічними та іншими методами;

б) вихідний тип захороненої органічної речовини в породах;

в) обстановку в осадах при діагенезі;

г) глибини погруження порід, геотермічний режим надр;

д) метаморфізм органічної речовини і порід;

е) закономірності розподілу органічних речовин і бітумоїдів, їх елементарний, груповий і вуглеводневий склад, провести їх діагностику;

є) характер зміни складу бітумоїдів у розрізі окремих пластів аргілітів і глин по їх товщині та в напрямку до колектора для зон з різними умовами накопичення і перетворення органічної речовини.

Зазначимо, що результати таких досліджень бажано відобразити на відповідних картах.

Показниками при оцінюванні можливої нафтогазоносності окремих територій та комплексів порід є наявність: а) макро- і мікронафтогазопроявів; б) органічних речовин, що здатні продукувати нафту чи газ; в) бітумоїдів; г) розчинених у водах компонентів нафти та вуглеводневих газів. До цього потрібно додати ступінь метаморфізації порід і органічних речовин.

Слід запам'ятати, що сучасна кількісна оцінка можливої нафтогазоносності базується або на даних дослідження бітумоїдів, або на даних дослідження керогену порід. Отже, такими кількісними характеристиками є: коефіцієнт еміграції (тобто відношення рухомих речовин, що емігрували, до вихідної кількості в материнській породі на даній стадії катагенезу), параметр  $S_1$  (характеризує кількість вільних вуглеводнів у породі); параметр  $S_2$  або нафтовий потенціал (характеризує кількість вуглеводнів, що утворюються в процесі крекінгу керогену); параметр  $S_1/C_{орг}$  (це параметр  $S_1$  зведений до 1 г  $C_{орг}$ ); індекс продуктивності (PI) (характеризує частку вуглеводнів, генерованих

керогеном у процесі його термальної деградації); параметр  $T_{\max}$  (характеризує температуру піролізу, за якої виділяється найбільша кількість вуглеводнів під час термальної деградації керогену); водневий індекс (HI) (характеризує нафтогенераційні можливості порід, але є більш чутливим показником, оскільки визначає кількість вуглеводнів, генерованих у процесі піролізу в перерахунку на 1 г органічного вуглецю).

Студентам слід з'ясувати, що оцінюють вище згадані показники та з якою метою проводять їх визначення. Відмітимо, що геохімічні дослідження при пошуках скупчень нафти і газу виконуються на різних етапах і стадіях геологорозвідувальних робіт. Метою їх є оптимізація, прогнозування та оцінки перспектив нафтогазоносності окремих площ і геологічних розрізів (пластів) на основі вивчення просторової мінливості геохімічних полів та їх природи.

Для подальшого вивчення теми слід усвідомити, що розсіювання (перенесення) складників нафти і газу в природі відбувається завдяки явищам дифузії, фільтрації, ефузії та сорбції. Зупиніться на вивченні кожного з цих явищ окремо, тобто які фізико-хімічні передумови передумови цих процесів, від яких чинників вони залежать.

Характер використання геохімічної інформації при пошуках родовищ нафти і газу може бути різноманітний. Тому студентам слід уявити які пошуки називають прямими, а також як при прогнозуванні наявності в надрах скупчень нафти і газу відображають результати досліджень. Уявити для себе основні поняття: геохімічний ореол розсіювання компонентів, ореол геохімічного впливу, фон геохімічних умов, геохімічне поле, аномалія, загальне геохімічне поле, геохімічна аномалія, зона випробовування, зона пошукового геохімічного випробовування, верхня геохімічна зона, нижня геохімічна зона, геохімічна проба, геохімічне випробовування, об'єкти геохімічних досліджень, об'єкти геохімічних пошуків, геохімічна зйомка, картування геохімічних полів.

Переходячи до розгляду питання приповерхневих геохімічних досліджень рекомендується розглянути мету досліджень, методика їх проведення та уявіть для себе які методи використовуються для аналізу газу (хімічний аналіз із використанням реактивів, хроматографічні методи, електричні методи).

У залежності від конкретних пошукових задач у практиці приповерхневих геохімічних досліджень використовуються переважно шість методів геохімічних пошуків нафти і газу: газовий, бітумінологічний, гідрохімічний, літогеохімічний, біохімічний та ізотопно-геохімічний. Далі уважно розгляньте на яких засадах базується кожний з наведених методів, де впроваджують їх результати, які геолого-геохімічні теоретичні та практичні задачі вони вирішують.

Вивчаючи питання "Геохімічних досліджень опорних горизонтів" доречно звернути увагу, які горизонти називають опорними, які вимоги ставлять до таких горизонтів та як зображуються результати вивчення та яка їх інформативність.

Переходячи до вивчення питання "Геохімічні дослідження нафтогазоносних пластів" розгляньте мету цих досліджень, які застосовують методи та яка сутність цих методів досліджень.

Крім нафтогазоносних пластів проводять геохімічні дослідження водоносних пластів (законтурних), тому слід встановити генезис вод нафтогазоносних басейнів, зміну складу розчинених газів, особливості розподілу газів, ореоли розсіювання органічних речовин, тип вод.

При веденні пошуково-розвідувальних робіт важливо знати фазовий стан та можливу якість нафт і газів у покладах. Прогнозування цього теоретично можливо як до буріння, так і під час буріння та випробування свердловин. Тому геологам – нафтовикам слід пам'ятати, що досить інформативні дані можна одержати із бітумінологічних досліджень керну і шламу під час буріння свердловин, якість рідких фаз можливо оцінити також на основі люмінесцентного аналізу, цінну інформацію про фазовий стан та якість вуглеводневих систем несуть гази, які одержують із свердловин при випробуванні продуктивних горизонтів, при дегазації глинистого розчину, шламу і керну.

Геохімічні дослідження з метою пошуків родовищ нафти і газу виконуються подібними методами як на суші, так і на морі, тобто з використанням газового, бітумінологічного, літогеохімічного, біохімічного та інших методів. Але використання цих методів має свої труднощі, тому самостійно вивчіть можливості проведення цих досліджень.

На завершення вивчення цієї теми розгляньте основи інтерпретації геохімічних нафтогазопошукових досліджень,

які методи аналізу найбільш підходять для вивчення структури взаємозв'язків між геологічними і геохімічними параметрами. Головну увагу при інтерпретації геохімічних даних з метою прогнозування нафтогазоносності локальних об'єктів (площ) слід приділити компонентам, які генетично пов'язані з скупченнями нафти чи газу та які відображають ці скупчення через розсіювання своїх складників (компонентів). Саме ці складники утворюють геохімічні поля (аномалії). Цими складниками є вуглеводневі гази, рідкі вуглеводні і нафтові бітуми. Вивчіть найбільш поширені газові, біогеохімічні, гідрогеохімічні, бітумінологічні і літогеохімічні показники із наближеною оцінкою їх інформативності за 5-бальною шкалою (зростання інформативності у напрямі від V балів до I балу, причому інформативність в I бал відповідає інформативності показників при потраплянні в поклад).

### **2.6.1 Необхідні знання**

За результатами вивчення даної теми студент повинен знати:

- напрямки використання нафтогазопошукової геохімії;
- геохімічні критерії оцінки перспектив нафтогазоносності;
- геохімічні показники та ознаки покладів нафти і газу та способи використання їх в пошуковому процесі;
- фаціальну обстановку нагромадження осадових товщ у відповідному басейні літологічними, геохімічними, палеонтологічними та іншими методами;
- вихідний тип захороненої органічної речовини в породах, обстановку в осадах при діагенезі, глибини погруження порід, геотермічний режим надр, метаморфізм органічної речовини і порід;
- закономірності розподілу органічних речовин і бітумоїдів, їх елементарний, груповий і вуглеводневий склад, провести їх діагностику;
- характер зміни складу бітумоїдів у розрізі окремих пластів аргілітів і глин по їх товщині та в напрямку до колектора для зон з різними умовами накопичення і перетворення органічної речовини;
- показники при оцінюванні можливої нафтогазоносності окремих територій та комплексів порід;
- кількісні характеристики оцінки можливої нафтогазоносності;

- явища дифузії, фільтрації, ефузії та сорбції та передумови передумови цих процесів;
- методи геохімічних пошуків нафти і газу;
- можливість прогнозувати фазовий стан та можливу якість нафт і газів у покладах;
- передумови використання геохімічних досліджень на морі;
- основи інтерпретації геохімічних нафтогазопошукових досліджень, методи аналізу, що найбільш підходять для вивчення структури взаємозв'язків між геологічними і геохімічними параметрами;
- газові, біогеохімічні, гідрогеохімічні, бігумінологічні і літогеохімічні показники із наближеною оцінкою їх інформативності за 5-бальною шкалою.

### **2.6.2 Набуті вміння**

На основі отриманих знань із даної теми студент повинен вміти:

- проектувати комплекс геохімічних досліджень з метою оцінки перспектив нафтогазоносності надр;
- проводити діагностику міграційноздатних компонентів;
- виділяти нафтогазопродуруючі товщі;
- картувати нафтогазопродуруючі товщі;
- відображати результати досліджень на відповідних картах;
- оцінювати можливу нафтогазоносність окремих територій та комплексів порід за макро- і мікронафтогазопроявами, за розподілом органічних речовин, що здатні продукувати нафту чи газ, за вмістом бітумоїдів, за розчиненими у водах компонентів нафти та вуглеводневих газів;
- проводити кількісну оцінку можливої нафтогазоносності за даними дослідження керогену порід;
- використовувати кількісні показники при проведенні пошукових робіт на нафту і газ;
- визначати геохімічний ореол розсіювання компонентів, фон геохімічних умов;
- будувати карти загального геохімічного поля та виділяти аномалії геохімічних показників;
- визначати тип покладів за діаграмою В.І. Старосельського;
- визначати газові, біогеохімічні, гідрогеохімічні,

бітумінологічні і літогеохімічні показники із наближеною оцінкою їх інформативності за п'ятибальною шкалою;  
– визначати за формою та розміром аномальні концентрації вуглеводневих компонентів, що розподілені по площі досліджень.

### **2.6.3 Контрольні запитання та завдання**

1 Назвіть два основних напрямки використання нафтогазопошукової геохімії.

2 Що потрібно вивчати для виділення та картування нафтогазопродуктивних товщ?

3 Що таке коефіцієнт еміграції ( $K_{em}$ )?

4 Що характеризує параметр  $S_2$  (нафтовий потенціал)?

5 Якими методами можна виявити сліди міграції нафти в породах?

6 Що таке дифузія?

7 За рахунок яких сил відбувається ефузія газів у водоносних гірських породах?

8 Що таке геохімічна аномалія?

9 Нижня геохімічна зона – це що?

10 Чи пов'язані ненасичені вуглеводневі гази у поверхневих відкладах з покладами нафти і газу?

11 В чому суть бітумінологічного методу?

12 Як проводиться люмінометрія свердловин?

13 Які форми геохімічних аномалій Ви знаєте?

14 Як можна прогнозувати фазовий стан та якість вуглеводнів у покладах?

### **2.7 Змістові поради до теми “Нафтогазопромислова геохімія”.**

Вивчення цієї теми слід розпочати, з того що нафтогазопромислова геохімія проводить спостереження за зміною складу і властивостей нафти можуть допомогти при аналізі розробки нафтових родовищ, тобто уточнити такі відомості про розробку, як напрям і швидкість руху нафти в пласті і на окремих його ділянках, що в свою чергу дає можливість визначити охоплення покладу заводненням, інтенсивність вироблення, вплив води, що закачується, підняття водонафтового контакту (ВНК) і регулювання розробки в цілому. Крім того, можна вирішувати і деякі завдання дорозвідки, такі як визначення притоку рідини з окремих пластів, встановлення меж ВНК і зв'язки між окремими блоками покладів.

Отже слід запам'ятати, що розподіл нафт з різними властивостями в межах одного і того ж пласта визначається геологічними умовами його залягання та підпорядковується, в більшості випадків, принципу гравітаційної диференціації. Наприклад в газових і газоконденсатних покладах співвідношення індивідуальних вуглеводнів зазнає змін по висоті покладів, ближче до контуру газоносності зростає кількість важких компонентів, вміст вуглекислого газу та іноді азоту і сірководню. Ці явища трапляються не у всіх покладах. Іноді вони не спостерігаються особливо в масивно – пластових з тріщинуватими колекторами, де є добра сполученість між різними частинами покладів. Процесі вивчення з'ясуйте як проходить диференціація нафт усередині покладів та на скільки типів поділяється.

З'ясуйте суть терміну "пластовий градієнт густини нафти", а також розгляньте зміну даного показника. Зверніть увагу, що в процесі розробки газоконденсатного покладу зниження пластового тиску нижче тиску початку конденсації викликає явище ретроградної конденсації, внаслідок чого частина висококиплячих вуглеводнів виділяється з газу в рідкий стан.

Розгляньте зміни густини нафти в результаті переміщення, зверніть увагу також чи змінюється з часом густина нафти в свердловинах, що розташовані в склепінній частині складки.

В цілому зміна фізико-хімічних властивостей нафти при розробці покладів залежить від технологічних режимів, які використовуються. При цьому ознайомтесь, які найбільш відчутні зміни будуть відбуватися при дії тепловими методами чи при нагнітанні в пласти агресивної по відношенню до нафти води.

Проаналізуйте які задачі можна вирішувати за допомогою аналізу геохімічних властивостей нафт і газів, які необхідно проаналізувати фізико-хімічні властивості нафт і газів (густина, груповий склад, кількість смол і асфальтенів, люмінесцентні властивості, коефіцієнти світлопоглинання, радіоактивність, домішки неуглеводневих газів, кількість солей в нафтах і т.п.).

Вивчаючи задачі встановлення працюючих пластів та їх продуктивності за геохімічними даними виникає при певних умовах, а особливо при відкритому фонтануванні, сумісної експлуатації кількох пластів (покладів) і т.п. Зверніть

увагу, що ця задача може бути вирішена тільки у певних категоріях свердловин. Визначіть і запам'ятайте в яких.

Регулювання розробки покладів в цілому, тобто стежити за напрямками і швидкістю переміщення нафти в пластах і на окремих його ділянках і, що особливо важливо, вести контроль за підняттям та просуванням водонафтових контактів (ВНК) можна здійснювати за геохімічними даними. Це можна здійснювати за чутливим параметром нафт коефіцієнт світлопоглинання ( $K_{сп}$ ), що визначається через оптичну густину. Уясніть для себе яким чином залежить цей показник, та від яких речовин.

Зауважимо, що контроль за герметичністю нафтогазових свердловин є важливою ланкою в охороні надр і навколишнього середовища. При цьому можуть бути використані всі існуючі геохімічні методи досліджень, але найбільш придатними є методи виявлення газів і нафт, що поступають із свердловини у приповерхневі відклади чи атмосферу. Потрібно звертати увагу при аналізі даних, в якому стані знаходиться свердловина (консервації, періодично чи постійно працююча). Від цього залежить чи нафта чи газ витікає через негерметичність свердловин. При наявності в підґрунті водоносних горизонтів газ і нафта може виноситись за сотні та більше метрів від негерметичної свердловини, що створює проблеми у водокористуванні. В цих випадках потрібно особливо детально аналізувати дані, щоб вивляти саме від якої свердловини це відбувається. Потрібно порівнювати склад газу (нафти) поверхневих проявів зі складом у відповідному покладі. Це дозволяє виявляти пласт з якого відбуваються витіки через негерметичність.

Переходячи до розгляду питання геохімічні методи дослідження при експлуатації підземних сховищ газу слід з'ясувати, що називають підземними сховищами газу (ПСГ). Запам'ятати, що режим роботи підземних сховищ є сезонними і визначається максимальним і мінімальним пластовим тиском. Тому слід знати коли максимальний пластовий тиск, а коли мінімальний.

Вивчіть з яких методів складається комплекс газогеохімічних досліджень (приповерхневих) на підземних сховищах газу.

Газогеохімічні дослідження доцільно виконувати два рази на рік: в кінці циклу відбору газу із сховища та в кінці циклу накачування газу в сховище на протязі всього періоду

експлуатації підземних сховищ газу.

### **2.7.1 Необхідні знання**

За результатами вивчення даної теми студент повинен знати:

- умови зміни складу і властивостей нафти, що можуть допомогти при аналізі розробки нафтових родовищ;
- розподіл нафт з різними властивостями в межах одного і того ж пласта;
- диференціацію нафт усередині покладів;
- зміни фізико-хімічних властивостей нафти при розробці покладів при різних технологічних режимах;
- суть явища ретроградної конденсації;
- напрямки і швидкість переміщення нафти в пластах і на окремих його ділянках;
- зміну коефіцієнта світлопоглинання ( $K_{сп}$ ), що визначається через оптичну густину в межах покладів;
- використання геохімічних методів при контролі за герметичністю нафтогазових свердловин, що є важливою ланкою в охороні надр і навколишнього середовища;
- знати режим роботи підземних сховищ.

### **2.7.2 Набуті вміння**

На основі отриманих знань із даної теми студент повинен вміти:

- встановлювати тип диференціації нафт усередині покладів;
- визначати пластовий градієнт густини нафти;
- будувати криві зміни густини конденсату ( $\rho$ ) в процесі експлуатації свердловин;
- будувати графіки зміни густини нафти в свердловинах при розробці покладів для різних типів диференціації нафти;
- визначати за геохімічними дослідженнями місця положення (трасування) і характеру розривних порушень;
- визначати за геохімічними дослідженнями сполучення нафтогазоносних горизонтів між собою (включаючи сполучення різних зон одного горизонту);
- використовувати коефіцієнт світлопоглинання ( $K_{сп}$ ) нафт і інтенсивність забарвлення нафт;
- вираховувати швидкість руху нафти ( $v$ ) у пласті;
- проводити водногазові дослідження в спостережних і артізіанських свердловинах, свердловинах та джерелах водопостачанн населених пунктів, розташованих в межах

гірничого відводу, або навколо нього;

– проводити газометричні дослідження змін кількісного та якісного складу вуглеводневих газів сорбованого та вільного стану в приповерхневих відкладах;

– проводити газодобітні дослідження втрат вуглеводнів з підгрунття в атмосферу.

### **2.7.3 Контрольні запитання та завдання**

1 Назвіть декілька типів диференціації нафт у середині покладів.

2 Що називають пластовим градієнтом густини нафти?

3 Що відбувається при зниженні пластового тиску в газоконденсатному покладі та як це відображається на геохімічному складі газу і конденсату?

4 Як міняється густина нафти при експлуатації нафтових свердловин?

5 Які фактори впливають на зміну властивостей нафт у процесі розробки покладів?

6 За якими даними можна встановити працюючі пласти та їх продуктивність?

7 На чому базується геохімічний контроль за просуванням ВНК?

8 Які геохімічні методи використовуються при експлуатації підземних сховищ газу?

9 Як можна виявити втрати газу із сховищ?

## **3 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

Згідно з робочим навчальним планом і робочою програмою дисципліни студенти заочної форми навчання повинні виконати контрольну роботу, яка складається з чотирьох питань. Виконувати її слід поступово, після засвоєння відповідного розділу курсу.

Контрольна робота виконується в учнівському зошиті (мінімум 12 аркушів). Відповіді на поставленні питання повинні бути ілюстровані фактичними даними (цифрами або рисунками). Рисунки повинні виконуватися власноруч безпосередньо в зошиті або на кальці, а графіки також і на міліметровочному папері.

Питання з домашньої контрольної роботи видається викладачем або в крайньому випадку можна вибрати по сумі двох останніх цифр залікової книжки. Крім цього можливе

аудиторне виконання контрольних робіт під час екзаменаційно-залікової сесії.

Нижче подано перелік питань, які розглядаються у варіантах контрольної роботи.

***Варіант 1***

- 1 Хімічний склад Землі.
- 2 Умови знаходження, склад і генетичні типи природних газів.
- 3 Геохімічні дослідження при оцінюванні перспектив нафтогазоносності.
- 4 Геохімічні методи при розробці родовищ.

***Варіант 2***

- 1 Загальні геохімічні закономірності.
- 2 Основні властивості природних газів.
- 3 Виявлення нафтогазоносних товщ (комплексів).
- 4 Зміна властивостей нафти, газу, конденсату при експлуатації свердловин та розробці покладів.

***Варіант 3***

- 1 Геохімічні процеси в мантії.
- 2 Класифікація природних газів.
- 3 Виявлення нафтогазопродукуючих товщ.
- 4 Використання нафтогазогеохімічних даних при довивченні геологічної будови покладів і родовищ.

***Варіант 4***

- 1 Геохімія літосфери.
- 2 Газы підземних вод.
- 3 Кількісна оцінка можливої нафтогазоносності.
- 4 Використання нафтогазогеохімічних даних для встановлення працюючих пластів та їх продуктивності.

***Варіант 5***

- 1 Геохімія гідросфери.
- 2 Склад і форми знаходження природних горючих газів в надрах.
- 3 Пошук шляхів міграції вуглеводнів.
- 4 Геохімічний контроль за просуванням ВНК.

***Варіант 6***

- 1 Геохімія атмосфери.

- 2 Формування хімічного складу газів у нафтових і газових покладах.
- 3 Геохімічні дослідження при пошуках скупчень нафти чи газу.
- 4 Геохімічні дослідження при нагнітанні води у пласти.

**Варіант 7**

- 1 Геохімія біосфери.
- 2 Газоконденсатні системи.
- 3 Теоретичні основи геохімічних досліджень.
- 4 Геохімічний контроль за герметичністю нафтогазових свердловин.

**Варіант 8**

- 1 Геохімія техногенезу.
- 2 Газові гідрати.
- 3 Приповерхневі геохімічні дослідження (пошуки).
- 4 Геохімічні методи дослідження при експлуатації підземних сховищ газу.

**Варіант 9**

- 1 Геохімія вуглецю.
- 2 Хімічний склад нафт з позиції геохімії.
- 3 Геохімічні дослідження опорних горизонтів.
- 4 Геохімічні спостереження за зміною властивостей газу при нагнітанні у підземні сховища газу та його видобутку.

**Варіант 10**

- 1 Геохімія ізотопів біогенних елементів.
- 2 Елементний та ізотопний склад нафт.
- 3 Геохімічні дослідження нафтогазоносних пластів.
- 4 Геохімічний контроль за герметичністю підземних сховищ газу.

**Варіант 11**

- 1 Органічна геохімія.
- 2 Груповий та індивідуальний хімічний склад нафт.
- 3 Геохімічні дослідження водоносних пластів (законтурних).
- 4 Геохімічні спостереження за зміною властивостей газу при нагнітанні у підземні сховища газу та його видобутку.

**Варіант 12**

- 1 Геохімія основних типів органічних речовин.

- 2 Невуглеводневі складники нафти.
- 3 Прогнозування фазового стану та якості нафти і газів у покладах.
- 4 Геохімічний контроль за просуванням ВНК.

**Варіант 13**

- 1 Дисперсні органічні речовини в стратисфері.
- 2 Процеси перетворення та закономірності змін нафти в природі.
- 3 Особливості геохімічних досліджень в акваторіях.
- 4 Використання нафтогазогеохімічних даних для встановлення працюючих пластів та їх продуктивності.

**Варіант 14**

- 1 Кероген.
- 2 Зміна властивостей нафти і газу при міграції та формуванні їх покладів.
- 3 Основи інтерпретації геохімічних нафтогазопошукових досліджень.
- 4 Використання нафтогазогеохімічних даних при довивченні геологічної будови покладів і родовищ.

**Варіант 15**

- 1 Хімічний склад Землі. Загальні геохімічні закономірності.
- 2 Геохімічна класифікація нафти.
- 3 Пошук шляхів міграції вуглеводнів.
- 4 Геохімічні методи при розробці родовищ.

**Варіант 16**

- 1 Геохімія гідросфери.
- 2 Формування хімічного складу газів у нафтових і газових покладах.
- 3 Геохімічні дослідження опорних горизонтів.
- 4 Геохімічні методи дослідження при експлуатації підземних сховищ газу.

**Варіант 17**

- 1 Органічна геохімія.
- 2 Газоконденсатні системи.
- 3 Геохімічні дослідження водоносних пластів (законтурних).
- 4 Геохімічні методи дослідження при експлуатації підземних сховищ газу.

**Варіант 18**

- 1 Геохімія літосфери.

- 2 Газові гідрати.
- 3 Геохімічні дослідження нафтогазоносних пластів.
- 4 Використання нафтогазогеохімічних даних для встановлення працюючих пластів та їх продуктивності.

#### **4 ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ**

##### **4.1 Основна література**

- 1 Л.С.Мончак, О.М. Трубенко Основи прикладної геохімії нафти і газу: Підручник для вузів. - Івано-Франківськ: Факел, 2007.- С. 247, табл. 38, іл. 52.
- 2 Геология и геохимия нефти и газа/ А.А.Бакиров, З.А.Табасаранский, М.В.Бордовская, А.К.Мальцева.- М.: Недра, 1982. – 288с.
- 3 Геология и геохимия нефти и газа/ Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е.- М.: Издательство МГУ, 2000.- 384с.
- 4 Геохимические методы поисков нефтяных и газовых месторождений/О.В. Барташевич, Л.М. Зоркин, С.Л. Зубайраев и др. – М.: "Недра", 1980.
- 5 Добрянский А.Ф. Геохимия нефти. Гостоптехиздат, 1948. 476 с.
- 6 Добрянський А.Ф. Химия нефти. – Л.: Гостоптехиздат, 1961, 223 с.
- 7 Карцев А.А. Основы геохимии нефти и газа.- М.: Недра, 1978.- С.279.
- 8 Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распределение нефти.–М.:Мир, 1981, 501 с.
- 9 Хант Дж. Геохимия и геология нефти и газа/Пер. с англ. М.: Мир, 1981 - 704 с.

##### **4.2 Додаткова література**

- 1 Барабанов В.Ф. Геохимия. - Л.: Недра, 1985. - 423 с.
- 2 Барташевич Ю.В. Нефтегазопроисковая битуминология. – М.: "Недра", 1984.
- 3 Бойко Г.Е. Прогнозирование нефтегазоносности по генетическим показателям. К.: "Наукова думка", 1982, 250 с.
- 4 Бордовская М.В., Гаджи-Касумов А.С., Карцев А.А. Основы геохимии, геохимические методы поисков, разведки и контроля за разработкой месторождений нефти и газа.- М.: Недра, 1989.- С. 245.
- 5 Браун Д. Массет А. Недоступная земля. Пер. с англ.

М.: "Мир", 1984, с. 262.

6 Браунлоу А.Х. Геохимия / Пер. с англ. - М.: Недра, 1984. - 463 с.

7 Брод И.О. Залежи нефти и газа (Формирование и классификация).- Л.: Гостоптехиздат, 1951. - 350 с.

8 Вернадский В.И. Избранные сочинения. Т. 1-4, М., Изд. АН СССР. 1954 - 1959.

9 Вернадский В.И. Очерки геохимии. Избр.соч. М., Наука, 1983.

10 Вышемирский В.С. Стабильные изотопы в геохимии горючих ископаемых. - Новосибирск, 1988. - 79 с.

11 Вышемирский В.С., Конторович А.Э., Трофимук А.А. Миграция рассеяных битумов. Новосибирск, "Наука", 1971, 168 с.

12 Газовые и газоконденсатные месторождения: Справочник. - М.: Недра, 1975. - 527 с.

13 Газовые месторождения СССР: Справочник /Под ред. Васильева В.Г. - М.: Недра, 1968. - 688 с.

14 Галимов Э.М. Изотопы углерода в нефтегазовой геологии.- М.: Недра, 1973.

15 Геология и геохимия природных горючих газов: Справочник /Под ред. И.В.Высоцкого.- М.: Недра, 1990.-315с.

16 Гринберг И.В., Петриховская М.Е. Исследование изотопного состава горючих ископаемых. - К., Изд. АН УССР, 1965.

17 Дегенс Э. Геохимия осадочных образований. Перевод с англ. М., Мир, 1967, 299 с.

18 Дурмишьян А.Г. Газоконденсатные месторождения Азербайджана. Баку, Азернешр, 1967, 260 с.

19 Забродина М.Н., Арефьев О.А., Макушина В.М., Петров Ал.А. Химические типы нефтей и превращение нефтей в природе. - Нефтехимия. 1978, т.18, С. 280-289.

20 Залізний А.М., Залізна С.Т. Високомолекулярні речовини нафти. - Львів, 1977. 55 с.

21 Знак М.С., Борковский А.А. Устройство для контроля за утечками газа из подземных хранилищ // Транспорт, хранение и использование газа в народном хозяйстве.- ЭНВНИИГазпром, 1978, №9, с.3-5.

22 Знак М.С., Войцицкий В.П., Кривко Я.С. «Геохимический метод контроля герметичности подземных хранилищ газа// Нефтяная и газовая промышленность.-1984.- №3 - с.47-48.

23 Знак М.С., Кучак В.Й. Газодебитная съёмка и устройство для ее выполнения // Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений.–Львов. высшая школа, 1985 – вып. 22.с. 98-99.

24 Знак М.С., Маєвський Б.Й., Лопушняк Я.І. та інші. Досвід застосування та удосконалення газогеохімічних методів для контролю герметичності підземних сховищ газу/ Науковий вісник №2 (8), 2004 р., с.111-115.

25 Знак М.С., Маєвський Б.Й. Герметичність ПСГ – одна з найважливіших проблем підземного зберігання газу та охорони довкілля. Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. вип.35 (т.5), Івано-Франківськ, 1998. с. 58-61.

26 Зорькин Л.М., Суббота М.И., Стадник Е.В. Нефтегазопоисковая гидрогеология. – М.: "Недра", 1982, 216 с.

27 Каретников Л.Г., Валуконис Г.Б. Критерии нефтегазоносности. Минск, Изд-во Наука и техника. 1972, 280 с.

28 Карпов А.К., Раабен В.Н. Природные газы месторождений Советского Союза.- М.: Недра, 1978.- С. 319.

29 Конторович А.Э. Схема диагностики нефтепроизводящих отложений – Докл. АН СССР, 1968. т.179, №3.

30 Маєвський Б.Й. Генезис вуглеводнів і формування їх покладів як основа прогнозування нафтогазоносності глибоко занурених горизонтів осадових басейнів/"Перспективи нафтогазоносності глибоко занурених горизонтів осадових басейнів України". – Івано-Франківськ. 2005. с.8-13.

31 Маковецкий П.С. Геохимическая характеристика нефтей других битумов Украины и Молдавии. – М.: Недра, 1968, 244 с.

32 Мейсон Б. Основы геохимии/ Пер. с англ. - М.: Недра, 1971. - 311 с.

33 Методические рекомендации по применению битуминологических показателей для оценки масштабов нефтегазоносности. – М: ВНИГНИ, 1986. – 59 с.

34 Неручев С.Г. Нефтепроизводящие свиты и миграция нефти. "Недра", 1969.

35 Органическая геохимия. Перевод с англ. Л., Недра, 1974, 487 с.

36 Отбор проб и анализ природных газов нефтегазоносных бассейнов. М.: "Недра", 1985, 239 с.

- 37 Панкина Р.Г. Геохимия изотопов серы нефтей и органического вещества. М., Недра, 1978.
- 38 Перельман А.И. Геохимия. - М.: Высшая школа, 1979. – 423 с.
- 39 Петров Ал.А. Углеводороды нефти. – М.: Наука, 1984, 264 с.
- 40 Петров Ал.А., Головкина Л.С., Русинова Г.М. Масс-спектры нефтяных углеводородов. Справочник (атлас). – М.: Недра, 1986, 311 с.
- 41 Поливцев А.В., Поморцев Г.П., Борковский А.А. Газогеохимические поиски полезных ископаемых в Карпатском регионе. Монография. Киев: Наукова думка, 1990.
- 42 Полякова А.А. Молекулярный масс-спектральный анализ нафт. – М.: Недра, 1973, 181 с.
- 43 Резников А.Н Прогноз фазового состояния углеводных сосредоточений на больших глубинах по хронобаротермическим критериям // Советская геология. – 1988. - № 5. – С. 34-43.
- 44 Сеньковський Ю., Григорчука К., Гнідець В., Колтуна Ю. Геологічна палеоокенографія океану Тетис. К. Наукова думка, 2004р. – 171 с.
- 45 Словарь по геологии нефти и газа. – Л.: Недра, 1988.
- 46 Соколов А.А. Геохимия газов земной коры и атмосферы.–М., Недра, 1966, 301 с.
- 47 Соколов В. А. Геохимия природных газов. М., Недра, 1971.
- 48 Соколов В.А. Научные основы геохимических методов поисков нефтяных и газовых месторождений. – М.: Изд. АН СССР, 1959.
- 49 Соколов В.А., Григорьев Г.Г. Методика и результаты газовых геохимических нефтегазопроисловых работ. – М.:Гостоптехиздат, 1962, 403 с.
- 50 Соколов В.А. Газовая съемка как метод поисков нефтяных и газовых месторождений. Доклад на конференции геологов-нефтянников. М. Бюл. НГРИ, №1, 1933.
- 51 Соколов Н.А., Бестужев М.А., Тихомолова Т.В., Химический состав нефтей и природных газов в связи с их происхождением. – М.: Недра, 1972, 276 с.
- 52 Справочник по геологии нефти и газа/ Под ред. Н.А. Еременко.- М.: Недра, 1984.- С. 480.
- 53 Справочник по геохимии/В.Г.Войткевич, А.В. Кокин,

- А.Е. Мирошников, В.Г. Прохоров, - М."Недра", 1990.-480 с.
- 54 Стабильные изотопы в геохимии нефти. М., Недра, 1974, 200 с.
- 55 Старобинец И.С. Геолого-геохимические особенности газоконденсатов. Л., Недра, 1974. – 151 с.
- 56 Фердсман А.Е. Избранные труды. Т. I-VI. М., Изд-во АН СССР, 1952-1959.
- 57 Ферсман А.Е. Избранные труды в 7-ми томах. М.:Изд-во АН СССР, 1953-1962
- 58 Ферхуген Дж., Терпер Ф., Вейс Л. и др. Земля (Введение в общую геологию). Пер. с англ., М.: "Мир", 1974, Т.1, с. 394.
- 59 Физико-химические основы прямых поисков залежей нефти и газа / Под ред. Е.В. Каруса. – М.: Недра, 1986. – 261 с.
- 60 Флоровская В.Н. Люминисцентно-битуминологический метод поисков нефти./"Геохимические методы поисков нефтяных и газовых месторождений". Изд-во АН СССР, 1959.
- 61 Хёфс Й. Геохимия стабильных изотопов/Перевод с англ. М., Мир, 1983, 198 с.
- 62 Clarke P.W. The Data of Geochemistry (fifth edition). U.S. Geol. Surv. Bull. 1924.
- 63 Espitale J., Deroo J., Marguis F. La pyrolyse Rock-Eval et ses applications: Deuxieme partie // Rev. Inst. Franc. Du Petrole. – 1985. – 40, №6. – p. 755 – 784.
- 64 Goldechmidt V.M. Geochemistry. Oxford and the Clarendon Press, Oxford. 1954.
- 65 Louis M. Cours de géochimie du pétrole, Technip, Paris, 1967.
- 66 Urey H.C. The thermodynamic properties of isotopic Substances.-J. Chem. Soc, 1947, p. 562-581.

МВ 02070855-2021-2008

Мончак Л.С., Трубенко О.М. Прикладна геохімія нафти і газу: Методичні вказівки для самостійного вивчення дисципліни. – Івано-Франківськ: Факел, 2008. – 40 с.

В методичних вказівки наведено зміст дисципліни, рекомендовані джерела одержання інформації, дані методичні поради до вивчення всіх розділів дисципліни, наводяться ключові запитання та завдання для самоконтролю, а також завдання на контрольну роботу

Методичні вказівки складено згідно з робочою програмою дисципліни “Прикладна геохімія нафти і газу” для студентів спеціальності “Геологія нафти і газу” освітньо-кваліфікаційних рівнів 7.070704 Спеціаліст, 8.070704 Магістр.

Призначені для самостійної роботи при вивченні дисципліни студентами очної і заочної форм навчання.

Рецензент: доц. О.Є. Лозинський

Голова навчально-методичного об'єднання спеціальності “Геологія нафти і газу” проф. Б.Й. Маєвський

Завідувач кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ проф. Б.Й. Маєвський

Член експертно-рецензійної комісії університету доц. В.А. Старостін

Нормоконтролер О. Г. Гургула

Коректор доц. Н.Ф. Будуйкевич

Завідувач відділу В.М. Остафійчук  
нафтогазових технологій

Дане видання – власність ІФНТУНГ.  
Забороняється тиражування та розповсюдження

Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу

**Л.С. МОНЧАК, О.М. ТРУБЕНКО**

**ПРИКЛАДНА ГЕОХІМІЯ НАФТИ І ГАЗУ**

***МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ***  
*для самостійного вивчення дисципліни*

2008