

ПЕРСПЕКТИВИ ПОШУКІВ ТА РОЗВІДКИ ГАЗУ З НЕТРАДИЦІЙНИХ КОЛЕКТОРІВ У ЗАХІДНОМУ БІТУМОНАФТОГАЗОНОСНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

В.С. Боднарчук

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 40117,
e-mail: volodymyr_bodnarchuk@i.ua

Через зростання потреб населення у енергоносіях, людству доводиться звертатися до нетрадиційних джерел енергії. Проте, вітрова, сонячна та інші енергії не можуть достатньою мірою замінити традиційні вуглеводневі джерела. Саме тому в наш час гостро постало питання дослідження таких нових напрямків у нафтогазовій справі, як сланцевий газ та метан вугільних пластів. На думку вітчизняних та зарубіжних вчених, немає сумніву у перспективності видобування газу з нетрадиційних колекторів на території України. Адже присутність в межах нашої держави бітумінозних відкладів, сильно збагачених на органічну речовину, таких як менілітова світа олігоцену та спаська світа нижньої крейди, дає підстави робити певні прогнози і виділяти перспективні ділянки для пошуків, розвідки та видобутку газу з нетрадиційних колекторів. Особливо це стосується Західного бітумінонафтогазоносного регіону, який на даний момент є найбільш перспективним щодо проведення науково-дослідних робіт даного типу. Проте, виникнення певних екологічних аспектів, пов'язаних з даним питанням, змушує замислитись над вдосконаленням схеми вилучення вуглеводнів з сланцевих порід, які раніше вважались породами-покришками та запропонувати нові напрямки, які б мінімізували вплив процесу видобування газу на навколишнє середовище.

Ключові слова: бітуми, сланцюваті породи, газ з нетрадиційних колекторів, спаська світа.

В связи с ростом потребностей населения в энергоносителях, человечеству приходится обращаться к нетрадиционным источникам энергии. Однако, ветряная, солнечная и другие энергии не могут в достаточной мере заменить традиционные углеводородные источники. Именно по этому, в наше время остро стал вопрос исследования новых направлений в нефтегазовом деле таких как, сланцевый газ и метан угольных пластов. По мнению отечественных и зарубежных ученых, нет сомнения в перспективности добычи газа из нетрадиционных коллекторов на территории Украины. Так как присутствие в пределах нашей страны битуминозных отложений, сильно обогащенных на органическое вещество, таких как менилитова свита олигоцена и спаская свита нижнего мела, дает повод делать некоторые прогнозы и выделять перспективные территории для поисков, разведки и добычи газа из нетрадиционных коллекторов. Особенно это касается Западного битумінонафтогазоносного региона, который на данный момент является наиболее перспективным в плане проведения научно-исследовательских работ данного типа. Однако, появление некоторых экологических аспектов, связанных с данным вопросом, заставляет задуматься над усовершенствованием схемы извлечения углеводородов из сланцевых пород, которые считались породами-покрышками и возможно предложить новые направления, которые бы минимизировали влияние процесса добычи газа на окружающую среду.

Ключевые слова: битумы, сланцеватые породы, газ из нетрадиционных коллекторов, спаская свита.

Due to the growing needs for new power energy sources people have to turn to unconventional sources. However, the wind and the sun energies can not become sufficient substitutes for traditional hydrocarbons. That brings to the fore the challenge of new search for oil and gas, namely for shale gas and coal bed methane. As native and foreign scientists state, there is no doubt about the perspective of gas production from unconventional reservoirs on the territory of Ukraine. The availability of bituminous deposits, highly enriched with organic substances of such stratigraphic unites as minilite suite of Oligocene and spas suite of Lower Cretaceous period allows researcher to make certain predictions and distinguish perspective sites for searching, prospecting and producing unconventional gas. This concerns particularly the Western bitumen-oil-and-gas bearing region, which is considered the most perspective in the context outlined. However, certain ecological issues related to this problem motivate scientists to improve a hydrocarbons extraction scheme from shale rocks, which were earlier considered as overlay rocks and to offer new directions which would minimize the impact of gas production from unconventional reservoirs on environment in the near future.

Key words: bitumen, shale rocks, gas from unconventional reservoir-rocks, spas suite.

Вступ. В наш час, враховуючи гостру потребу людства у вуглеводневих енергоносіях, все гостріше постає проблема пошуку, розвідки та розробки нових покладів вуглеводнів (ВВ). У зв'язку з актуальністю даного питання науковці розпочали розгляд раніше неперспективних джерел енергоносіїв. Саме тому почались активні пошуки на великих та надвеликих глибинах осадової оболонки земної кори, на континентах та в шельфових зонах морів і океанів,

видобуток метану вугільних пластів, а також видобування природного газу з бітумінозних порід (зокрема з сланців та сланцюватих аргілітів). Раніше породи даного типу вважались суто породами-покришками, пізніше – материнськими породами, здатними генерувати та вміщувати в собі ВВ (нетрадиційні колектори). Слід зауважити, що гірські породи даного типу не привертати уваги науковців також через низьку їх проникність (0,1 – 10 μD).

Під терміном нетрадиційний колектор розуміють будь-які непроничні породи, що довгий час вважались покривками в пастках для нафти і газу, але останнім часом вони проявляють себе, як породи, які можуть вміщувати та генерувати флюїди, у тому числі і газ при певному на них впливу.

Отже, постала необхідність у проведенні науково-дослідних робіт з метою уточнення нафтогазогеологічного районування. Особливо гостро це питання постало в нашій країні, оскільки більшість графічного матеріалу вже застаріла. Враховуючи швидкість накопичення нової геологічної інформації, виникла необхідність у проведенні нафтогазогеологічного районування, беручи до уваги бітумінозність літолого-стратиграфічного розрізу в окремих областях України.

Відмінність технологій видобування та експлуатації свердловин у нетрадиційних та традиційних колекторах в межах газових та нафтових покладів, відкритих за наявності бітумінозних порід, викликала необхідність розділення під час нафтогазогеологічного районування таких термінів, як "нафтогазоносні" та "бітумонафтогазоносні" території. Саме тому території, де наявні відклади з високим вмістом бітумів, вважаються бітумонафтогазоносними регіонами, областями тощо. На сьогодні розроблена принципово нова схема бітумонафтогазогеологічного районування [1].

На території нашої держави виділяють три бітумонафтогазоносні регіони (БНГР):

- Західноукраїнський БНГР;
- Східноукраїнський БНГР;
- Південноукраїнський БНГР.

У межах Західноукраїнського БНГР виділяють три бітумонафтогазоносні області (БНГО):

- БНГО Волино-Подільської плити і Зовнішньої зони Передкарпатського прогину;
- БНГО Внутрішньої зони Передкарпатського прогину та Складчастих Карпат;
- Закарпатська БНГО.

Саме Західноукраїнський БНГР розглядається як найбільш перспективний в плані видобутку природного газу з нетрадиційних колекторів, сильно збагачених органічною речовиною (ОР) сапропелево-гумусового рядів.

Проаналізувавши сучасні закордонні та вітчизняні дослідження та публікації слід зауважити, що найбільш збагаченими бітумами відкладами в західних областях України на сьогодні слід вважати сланці і сланцюваті аргіліти та алевроліти менілітової світи олігоцену Внутрішньої зони Передкарпатського прогину та Скибової зони Карпат (Західноукраїнський БНГР). Ці породи - від коричневого до чорного кольору виходять на денну поверхню та залягають на різних глибинах у різних насунутих один на одній тектонічних поверхнях Внутрішньої зони та в розрізах різних скиб (лусок) Скибової зони Карпат. Чорні сланці і аргіліти містять органічну речовину (ОР) сапропелевого ряду іноді до 50 % за об'ємом (наприклад, у відслоненнях р. Рибниця в Покутських Карпатах) [2]. В чорносланцевій товщі менілітової

світи зустрічаються шари і прошарки темного кольору алевролітів, сірих кварцових пісковиків та світло-сірих смугастих вапняків. В сланцюватих чорних аргілітах повсюди можна зустріти велику кількість відбитків лусок, кісток та інших залишків морської фауни. Середнє значення ОР в менілітових сланцях, за результатами досліджень на різних площах, в тому числі і в керні свердловин, оцінюється як 30%, а мінеральної речовини – близько 70% від маси породи. В мінеральному складі менілітових сланців головну роль відіграє кремнезем в аморфній напівкристалічній формі опалу і халцедону. Крім кремнезему в менілітових сланцях, як було вказано вище, міститься велика кількість органіки, відносно мало відновленої і з великою кількістю кисню та сірки. В менілітах також часто зустрічається близько 10-15% Al_2O_3 , Fe_2O_3 - близько 5%, незначний відсоток лугів, а також TiO_2 , CaO , MgO , P_2O_5 та ряд інших сполук.

Перші дані про чорносланцеві породи, як про сировину для одержання вуглеводневих енергоносіїв в Західних областях України були викладені ще у 1941 році в роботі під редакцією професора Н.А. Биховера [3], який вказує, що найбільш серйозні спеціальні дослідження бітумінозних порід у цілому ряді районів Західної України проводилися, ще у 1928 році А. Ружинським та Я. Зелінським. З їхніх досліджень були зроблені висновки, що гігроскопічна вода утримується в породах від 1,23 до 4,62%, в залежності від кількості у породи колоїдальної частини глин, а також від вмісту кристалізаційної води окремих мінералів, наприклад гіпсу, у складі горючої твердої і легкої речовини врахована смола, світільний газ і його комплексуючі компоненти. Встановлено, що у взірцях досліджуваних порід вміст горючої речовини (в тому числі і газів) в середньому дорівнює 23,09%. У деяких випадках горючої речовини значно більше. Тому, до найбільш перспективних для одержання вуглеводневої сировини з сланців олігоцену були віднесені сланці з вмістом горючої речовини більше 20%, а золи порядку 80%.

В 1961 році В.Б. Порфіревим, І.В. Грінбергом та іншими детально описуються можливості видобування бітумних сланців кар'єрним методом та транспортування їх на відповідні переробні підприємства для подальшого їх використання в багатьох галузях промисловості. Потужність цієї серії дозволяє в повній мірі використовувати потенціал цього нетрадиційного джерела енергії та промислових матеріалів, адже їх товщина коливається в досить значних межах - від декількох десятків до більше, ніж 1500 м. Наприклад, в Береговій та Орівській скибах менілітова серія має найбільшу потужність, яка в багатьох місцях перевищує 1,5 км. Тут маємо також найбільші запаси менілітових сланців. В той час як на одному з найперспективніших родовищ США Марцеллус, потужність девонських сланців сягає до 270 м. До того ж менілітова серія відзначається меншою кількістю шарів пісковиків.

Менілітова світа вважається також перспективною в плані пошуків, розвідки та розробки нетрадиційних родовищ ВВ в зв'язку з тим, що на основі вивчення розрізів менілітових відкладів у природних відслоненнях і за даними глибоких свердловин давно встановлено, що найбільш розповсюдженими породами в цій товщі є аргіліти, вміст яких досягає 80% від загального розрізу (глибина даного стратиграфічного підрозділу досягає 1700 м і більше). Забарвлення сланцюватих аргілітів, як показали дослідження, обумовлено присутністю тонкодисперсних органічних (бітумів і гумінів) та неорганічних (пірит) пігментів. Основними мінеральними компонентами в складі аргілітів є опал, органічна речовина (бура і червоно-бура в прохідному світлі), пірит, поліморфний карбонат, волокнисті та у формі лусок мінерали глин, залишки кальцитових (фораменіфери) і кремнистих (опікули губок і округлі з зазубреними краями сфери) організмів, і невизначені опалові утворення. Бурувата органічна речовина просякає основну масу аргілітів як правило нерівномірно. Іноді відмічається чергування мікрошарів, різко збагачених органічним матеріалом, а інколи ця речовина створює мікропрошарки, витягнуті лінзочки і стебливидні зігнуті утворення, орієнтовані в напрямі мікрошаруватості породи [4].

Серед уламків органічних скелетів зустрічаються кальцитові раковини фораменіфер, халцедонові і опалові спікули губок і сфери радіолярій, порожнини яких і навіть скелети повністю чи частково заміщені карбонатом (кальцитом і доломітом), присутні одно-, дво- і трипроменисті спікули.

В 1953-1956 роках В.Б. Порфірьєвим та іншими були проведені дослідження, які вказують, що цінною часткою продуктів перегонки менілітових сланців є сланцевий горючий газ, який утворюється в об'ємі 30 л на 1 кг сухого сланцю, а також бензин і кероген відповідно 10 т і 15 т на 1000 т переробленої породи [5].

У 1990-1991 роках за угодою між Івано-Франківським інститутом нафти і газу (ІФІНГ) і Французьким інститутом нафти (IFP) французькою експериментальною пересувною геохімічною станцією, при дослідженні флішових відкладів Карпат були одержані результати, які підтверджують наявність вмісту органічної речовини в породах менілітової світи до 30% [6].

До даного часу сланцюваті породи менілітової світи зазвичай вважали породами покриттями для піщаних пластів з покладами нафти і газоконденсату. Проте, на сьогоднішній день потрібно в'ясувати чи не можуть вони відігравати роль нетрадиційних колекторів при видобуванні нафти та газоконденсату.

Саме тому проблематика даного питання є настільки важливою. Основною метою статті є виділення перспективних відкладів для подальших пошуків та розвідки сланцевого газу.

До першочергових ділянок, стосовно видобутку природного газу та інших вуглеводневих енергоносіїв із бітумінозних товщ в Західноук-

раїнському бітумнонафтогазоносному регіоні слід віднести чорносланцеві породи менілітової світи олігоцену Внутрішньої зони Передкарпатського прогину і Скибової зони Карпат. Бажано провести експериментальне буріння свердловин в інтервалах залягання чорносланцевих порід менілітової світи на невеликих глибинах різних тектонічних поверхів на південно-східних крилах антиклінальних структур, де вони залягають полого. Для цього можна рекомендувати Соколовецьку та Блажівську площі Внутрішньої зони Передкарпатського прогину Західноукраїнського БНГР [1, 7].

Основний матеріал

Важливим питанням в проблемі пошуків газу в сланцевих і бітумінозних породах є розроблення діагностування цих порід геофізичними дослідженнями свердловин. Було проведено порівняння між каротажними діаграмами деяких чорносланцевих товщ США, де видобувається сланцевий газ та каротажними діаграмами свердловин, які розкрили бітумінозні породи чорного кольору менілітової світи олігоцену і сланцюватих сірих і сіро-зелених порід бистрицької світи еоцену. Чорносланцеві породи США і товщі порід менілітової світи родовищ Внутрішньої зони Передкарпатського прогину мають майже ідентичні промислово-геофізичні характеристики. Їх електричний умовний опір низький (порядку 5-7 Ом·м). На кривих ПС вони подібні до непроникних щільних аргілітів, тобто без аномалій, що є характерним для даного типу порід; на кривих ГК ці породи характеризуються підвищеною природною радіоактивністю, а на кривих НГК – заниженими значеннями. На кавернограмі чорносланцеві породи вирізняються слабким збільшенням діаметра.

Дуже цікаво, що сланцеві аргіліти бистрицької світи, які не є збагаченими ОР, мають інші геофізичні параметри, ніж менілітові сланці та сланці в США. Адже навіть при макроскопічних дослідженнях порід бистрицької світи можна з впевнено стверджувати про те, що вони не відносяться до порід, збагачених на ОР. Уявний електричний опір в менілітових відкладах іноді сягає 12-14 Ом·м і більше, в залежності від вмісту ОР, так як вона з продуктами її перетворення є діелектриками. Проте, у бистрицьких породах, в яких практично відсутня ОР, характеризуються нижчим умовним опором - 8 Ом·м.

Було проведено також порівняння каротажних діаграм свердловин різних площ в межах Західноукраїнського БНГР (Верхня Луква, Руда-вець, Чечва, Рожнятів та Марково). Розглянувши кілька свердловин по кожній із вище вказаних площ, була помічена закономірність підвищення показників ПС, а також умовного опору у відкладах менілітової світи, у порівнянні з іншими товщами, що були присутні у розрізах свердловин (рис. 1, 2, 3). В основному увагу привернула різниця між показниками відкладів бистрицької та менілітової світи. Враховуючи те, що відклади цих двох стратиграфічних підрозділів практично не різняться за мінеральним складом, можна зробити висновок, що на показники геофізичних дослі-

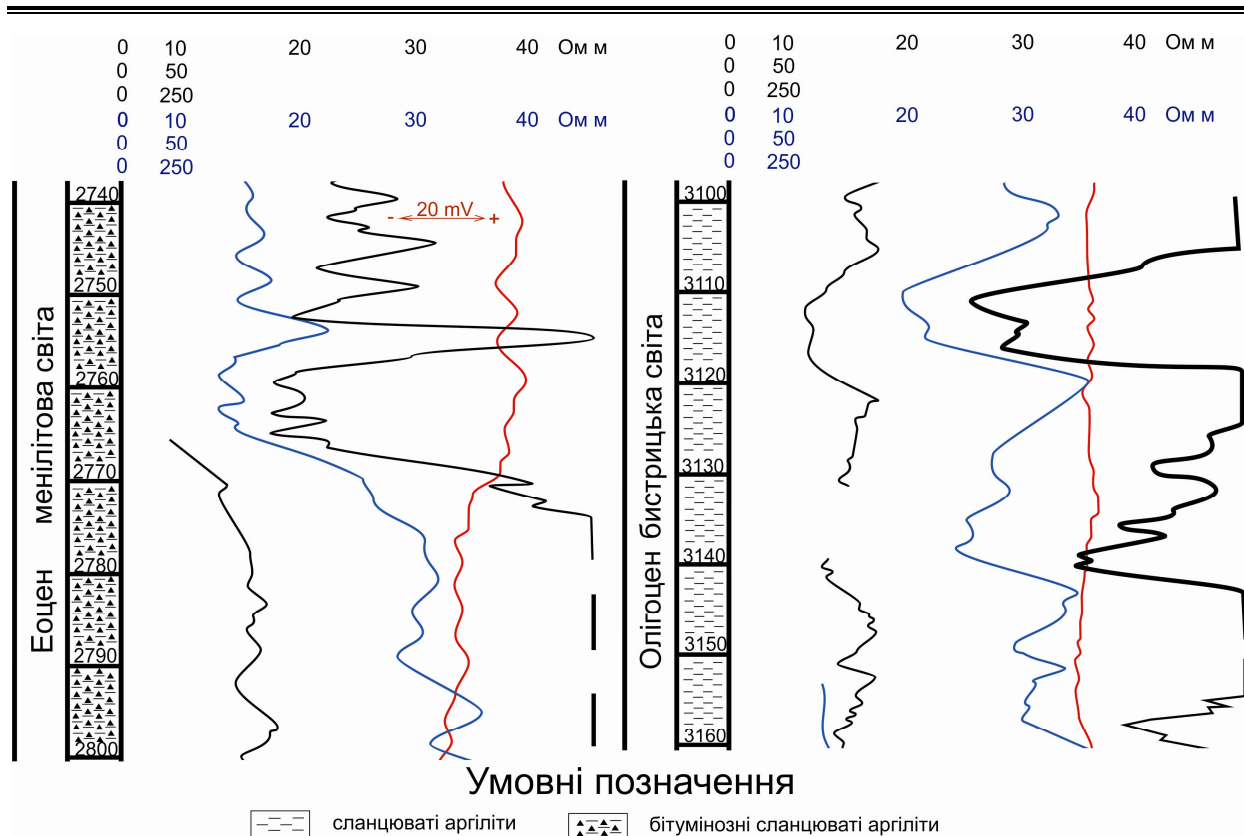


Рисунок 1 – Кореляційна схема відкладів менілітової та бистрицької світ свердловини 1-Чечва

джен свердловин значний вплив мають збагачені ОР бітумінозні товщі [1, 8].

Висновок 1. Наведені дані, на наш погляд, можна використовувати як допоміжний показник під час проведення геофізичних досліджень, з метою виділення в розрізах свердловин перспективних на природний газ відкладів не тільки в товщі менілітової світи олігоцену, а й, наприклад, у породах спаської світи нижньої крейди або навіть у майкопських відкладах Південноукраїнського БНГР.

У зв'язку із загостренням дискусії щодо можливості пошуків, розвідки та видобування сланцевого газу в Карпатському регіоні були проведені польові дослідження порід спаської світи у відслоненнях русла р. Дністер та його приток, на площі сіл Тершів, Бусовисько та Верхній Лужок в 15 км на південний захід від м. Старий Самбір [1] (рис. 4).

В геологічному відношенні дана площа знаходиться в межах Берегової скиби Скибової зони Карпат в крайовій північно-східній смугі насуву вказаної скиби на Бориславо-Покутську підзону Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Про це свідчить часте залягання порід – під кутами 80-90° і дуже сильна їх перем'ятість. Цікаво, що у відслоненнях вздовж р. Дністер вертикально залягаючі консолідовані породи спаської світи (як образно кажуть геологи, такі, що «стоять на голові»), можуть бути використані як стежки для геологічних маршрутів. Однак, на окремих ділянках можна спостерігати виположування пластів порід (рис. 5), де вони залягають під малими кутами падіння, а у деяких випадках – майже горизонтально.

Відклади спаської світи є шаруватою товщею чорних сланцюватих аргілітів та сланців, темного кольору алевролітів, сірих і темно-сірих пісковиків, подекуди зустрічаються шари світло-сірих смугастих вапняків. Трапляються чорні аргіліти, метаморфічне перетворення яких дозволяє називати їх сланцями, та темні слабо-вапняковисті алевроліти, а також шари і прошарки цих порід, які не реагують з HCl. Всюди у свіжому зламі чорносланцевих аргілітів і темних алевролітів відчувається сильний запах бітуму. Крім того, чорні аргіліти жирні на дотик. Пісковики, які залягають в товщі спаської світи, сірі, в основному кварцеві, хоча за допомогою лупи можна побачити присутність глауконіту, від дрібно- до середньозернистих, слабо- і середньовапняковистих. Їх товщина іноді перевищує 60 см. Вапняки сірі, дуже часто смугасті, сильно метаморфізовані, товщиною до 60 см.

На наше замовлення в УкрНДГРІ м. Львів після відбору взірців Н. Трофимович в лабораторних умовах були проведені мікропалеонтологічні дослідження, які довели, що всі відібрані породи можна віднести до спаської світи нижньої крейди. У взірцях порід була визначена наступна керівна для спаської світи нижньої крейди мікрофауна: *Heterohelix* sp., *Hedbergella* sp., *Anomalina* sp., *Gaudryina* sp., *Lenticulina* sp., *Textularia* sp., *Ammodiscus* sp., *Cibicoides* cf. *djafarovi* (Agalarova) та інші.

З відібраних взірців порід були виготовлені шліфи, за якими були проведені літологічні та мікроскопічні дослідження, що вказали на присутність великої кількості органіки в породі (рис. 6).

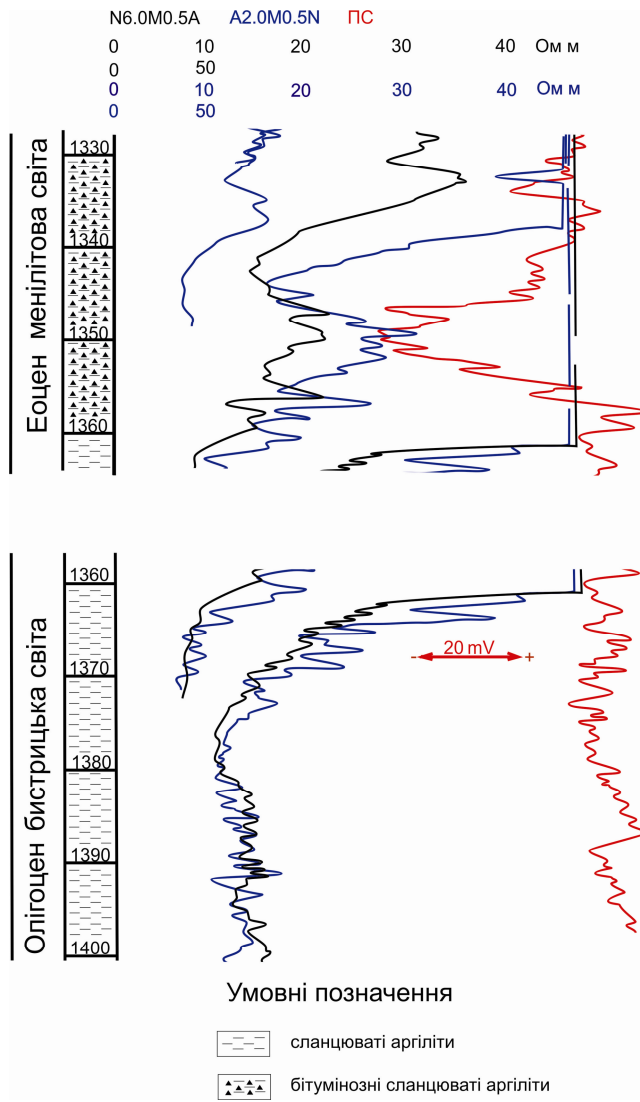


Рисунок 2 – Кореляційна схема відкладів менілітової та бистрицької світ свердловини 1 - Верхня Луква

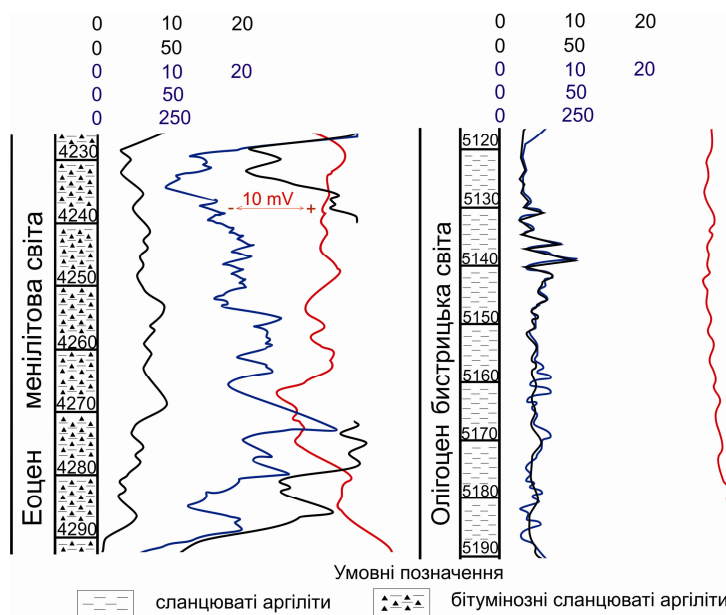


Рисунок 3 – Кореляційна схема відкладів менілітової та бистрицької світ свердловини 2 - Рожнятів

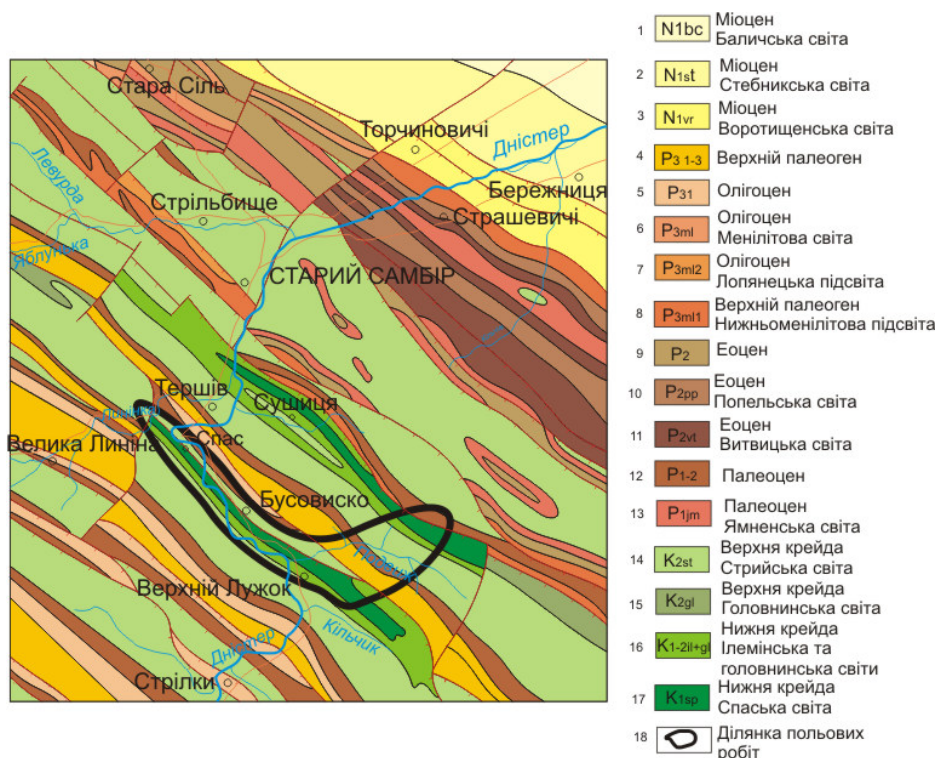


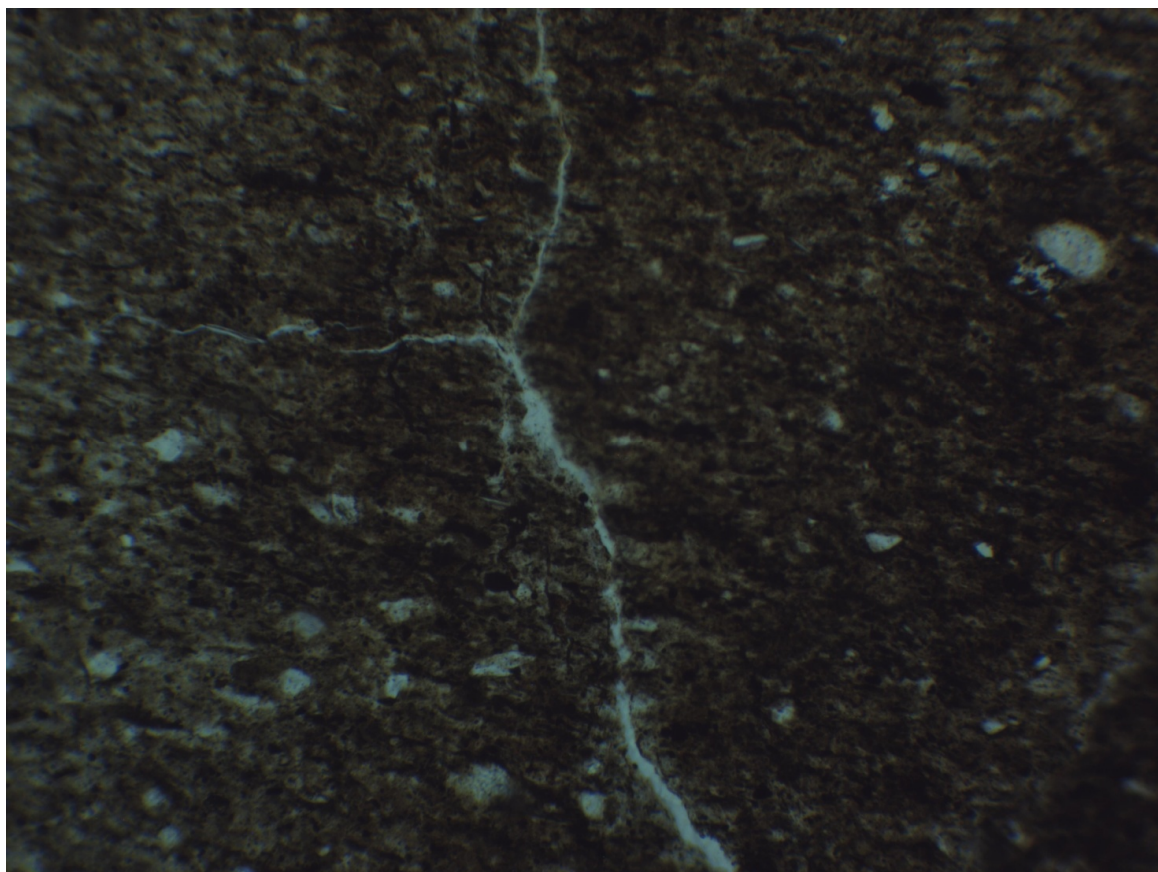
Рисунок 4 – Фрагмент геологічної карти площі досліджень



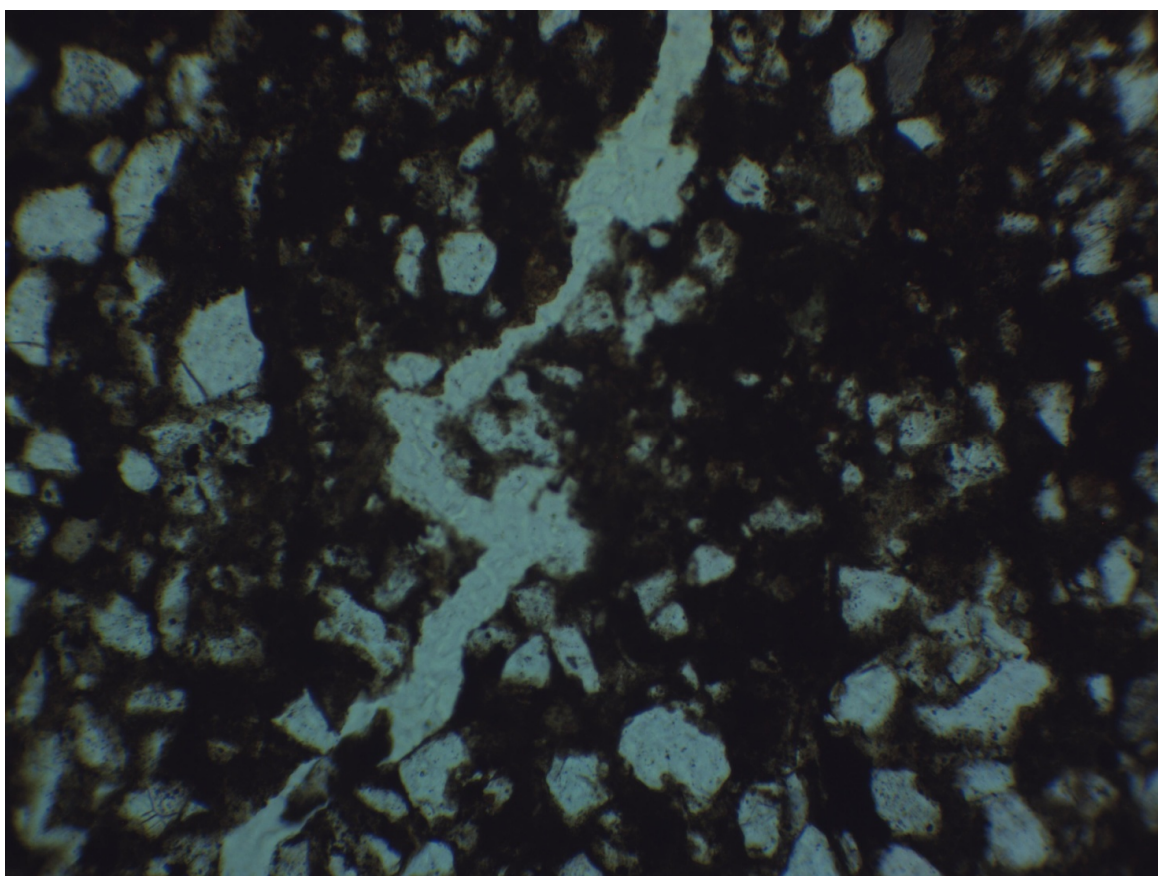
Рисунок 5 – Виположування порід спаської світи у відслоненні р. Подвиж, однієї з приток р. Дністер. Розріз є шаруватою товщею темного кольору аргілітів, алевролітів та пісковиків (фото Мазур А.П.)

Згадані зрізи сланцевих порід збільшені у сто сімдесят вісім разів (алевритистий сланець, сланцевий аргіліт, алевроліт та сланець). В першому шліфі помітні численні вclusions ОР, в невеликій кількості зустрічається глауконіт. В другому - шліфі, який був зроблений з паралельного зрізу алевритистої породи із високим вмістом зерен піску, теж помітно, що вона сильно збагачена ОР, у невеликій кількості присутній кварц. Третій та четвертий шліфи - зрізи чорного сланцю паралельний та перпендикулярний відповідно. На них помітно, що

порода сильно тріщинувата. П'ятий шліф є перпендикулярним зрізом тієї ж алевритистої породи, яка представлена у другому шліфі. Останній шліф теж візуально показує наскільки спаська світа нижньої крейди збагачена на ОР, в даному зрізі породи також трапляються залишки мікрофауни, які помітні при обстеженні шліфа під мікроскопом. Потрібно сказати, що зазвичай органічна речовина розміщується серед уламкового теригенного матеріалу, в даному ж випадку все навпаки, що досить чітко відображено на представлених рисунках.



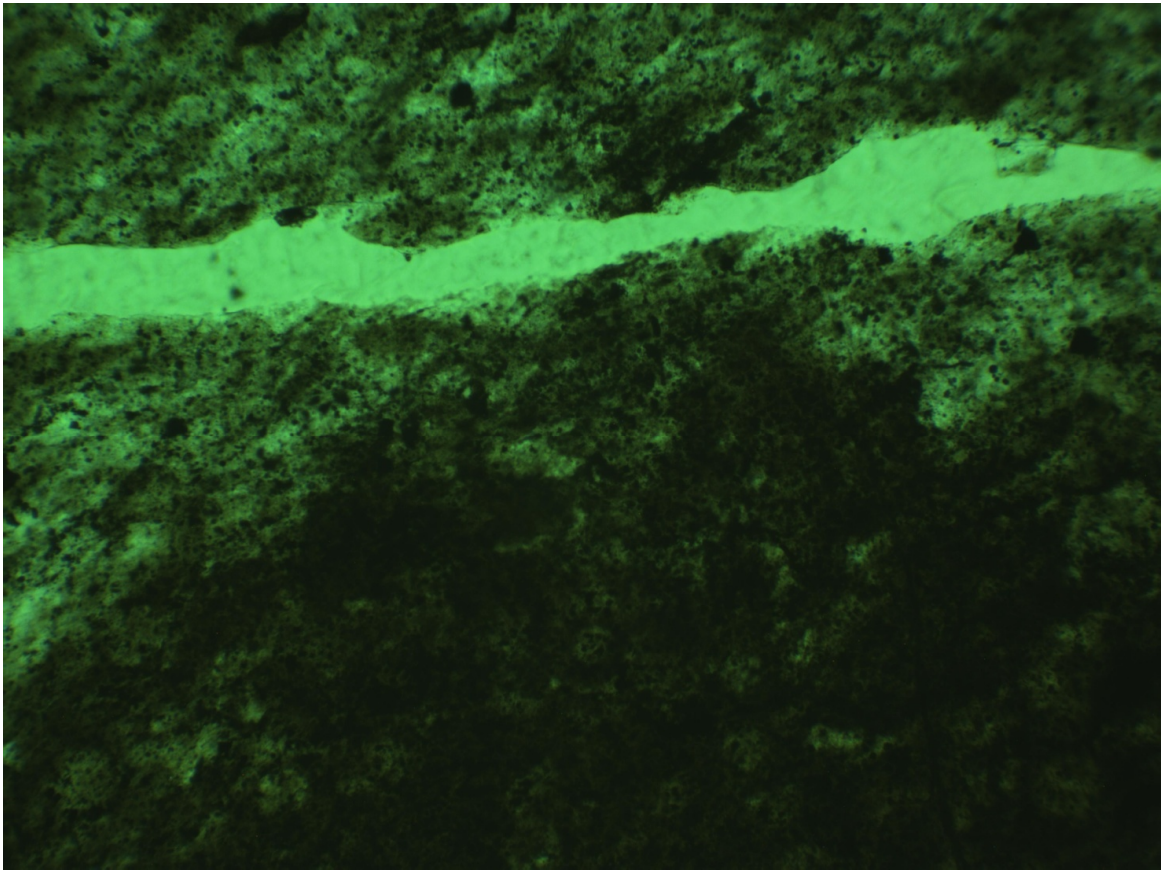
а)



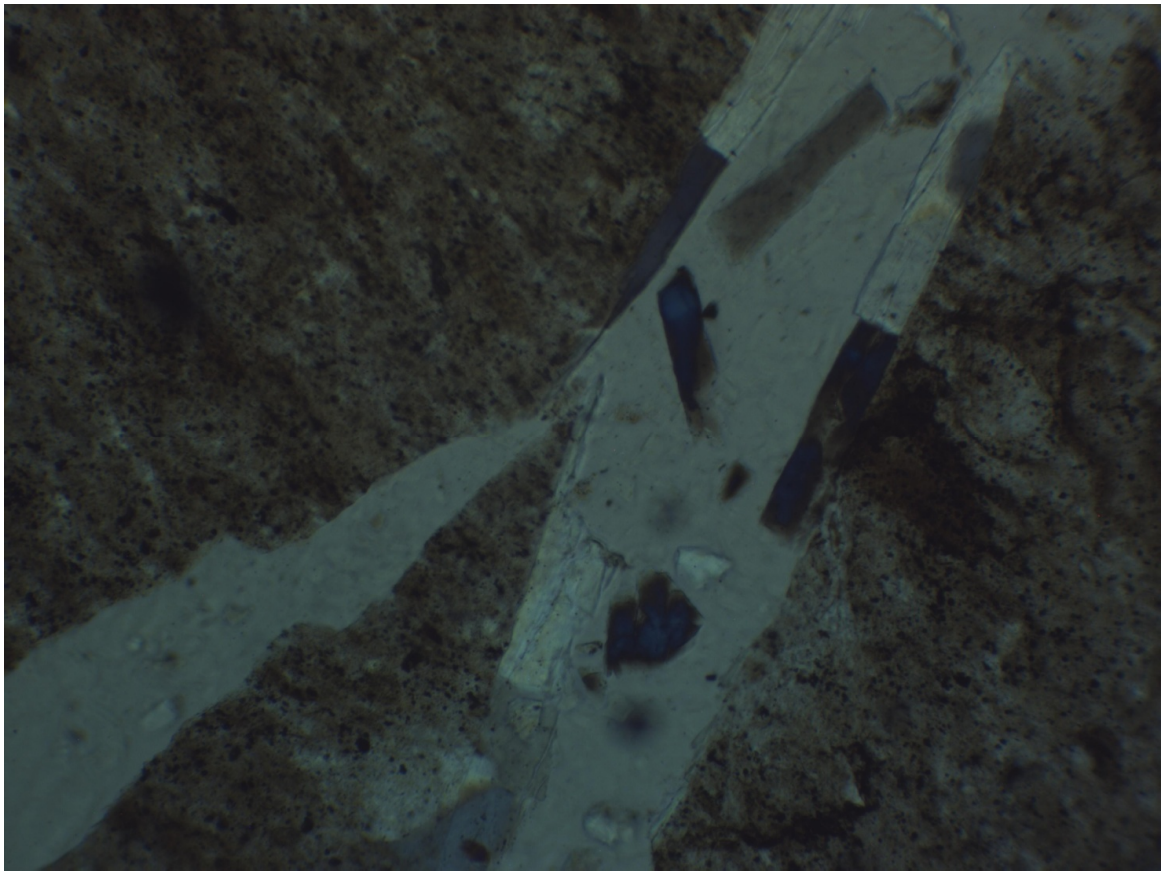
б)

а – алевритистий сланець; б – алевроліт

**Рисунок 6 – Шліфи з порід спаської світи. Збільшення 178х (фото Боднарчука В.С.)
Аркуш 1**



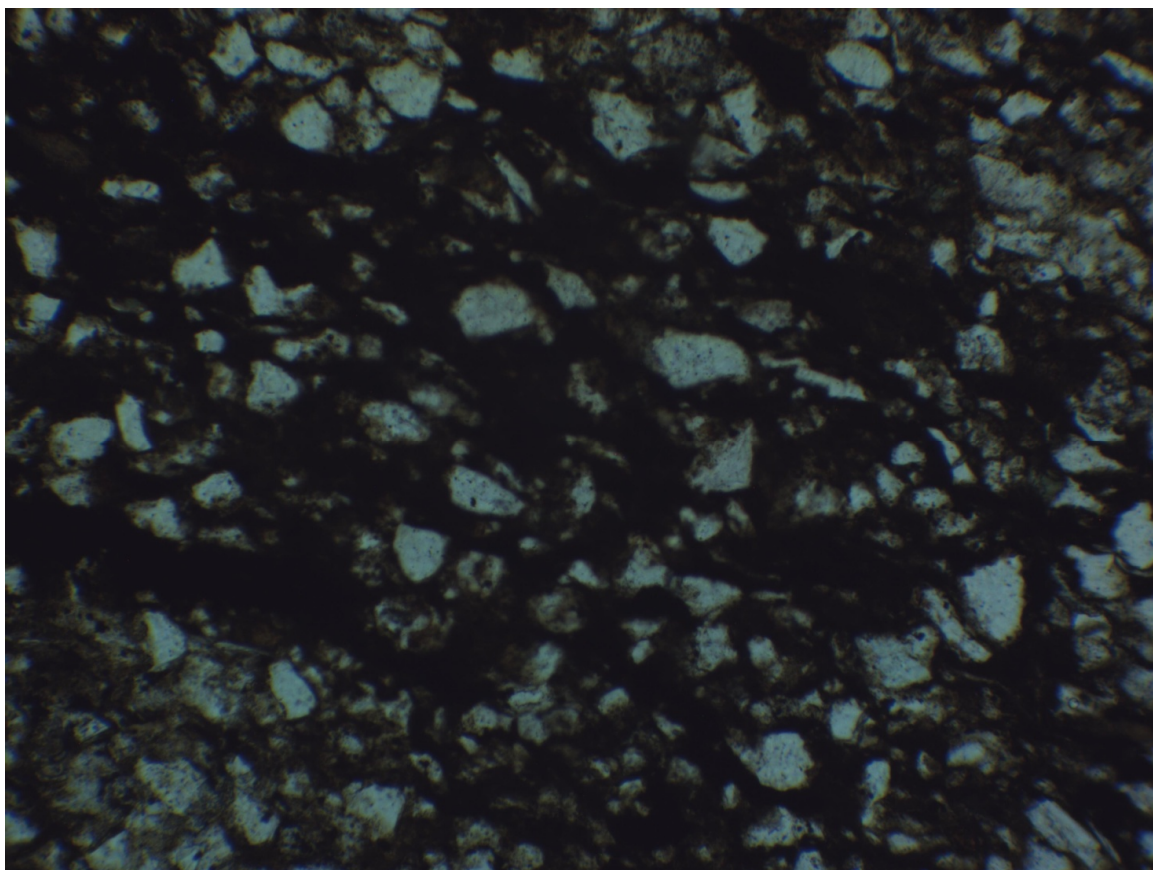
в)



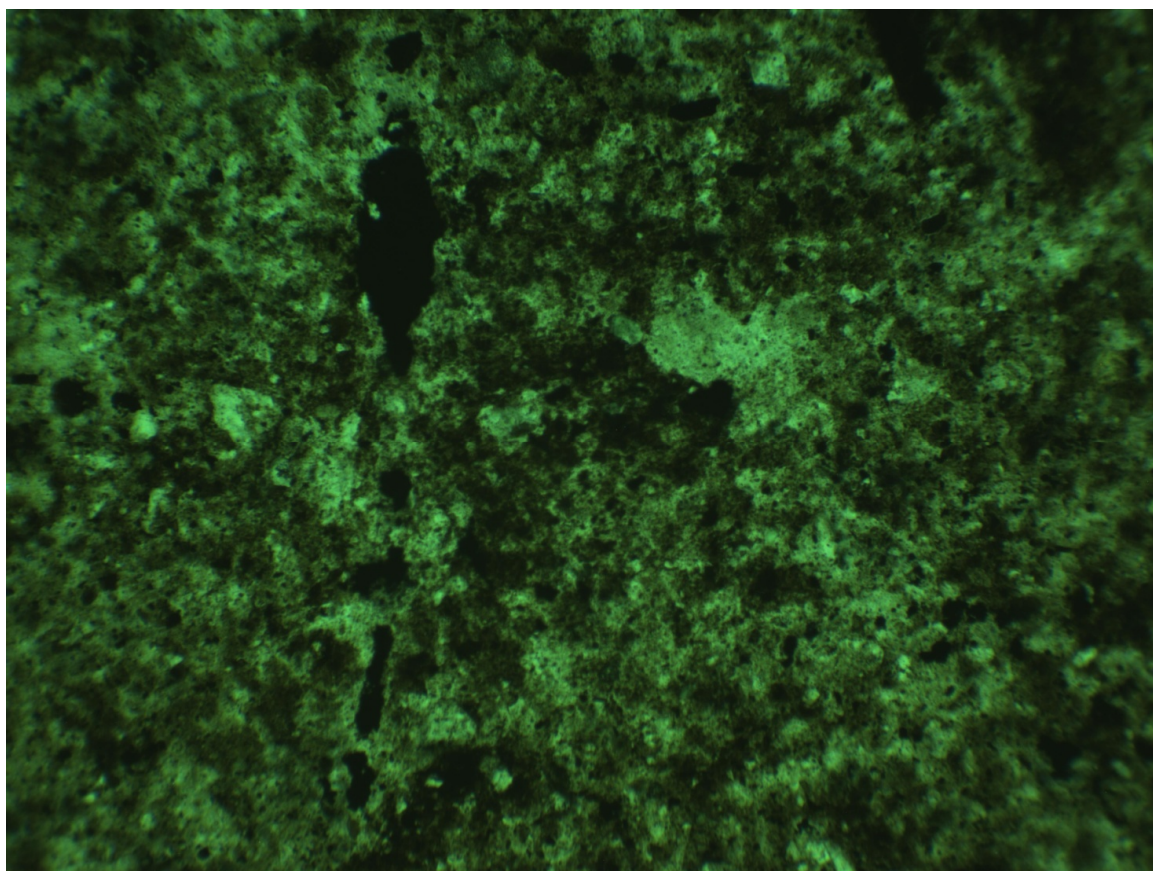
г)

в, г – чорний сланець

**Рисунок 6 – Шліфи з порід спаської світи. Збільшення 178х (фото Боднарчука В.С.)
Аркуш 2**



д)



е)

д – алевроліт; е – сланцевий аргіліт

**Рисунок 6 – Шліфи з порід спаської світи. Збільшення 178х (фото Боднарчука В.С.)
Аркуш 3**

Висновок 2. Отже, спаська світа нижньої крейди, ймовірно, є перспективним об'єктом на пошук, розвідку та видобування вуглеводневої сировини як у традиційних породах-колекторах, так і природного газу з бітумінозних аргілітів методом буріння горизонтальних свердловин з подальшими гідророзривами пластів.

До речі, у 1977 році, подібні до спаської світи відклади, були розкриті пошуково-розвідувальними свердловинами в межах Західносибірської платформи у верхньо-юрських осадах, з яких були одержані промислові дебіти нафти (100 і більше тон на добу).

Вказані відклади юри, як і спаська світа, складаються з чергування сланцевоподібних аргілітів і алевролітів, що раніше розглядалися як породи-покришки. Але вони виявились значно більш насичені нафтогазоконденсатом і були описані в літературі як новий тип порід-колекторів - баженіти [9]. Вони мало чим відрізняються від темно- і чорносланцевих порід спаської світи, що були розкриті свердловиною Шевченково-1 в інтервалі 5280-5286 м. Походження вуглеводневих покладів баженітів більшість дослідників пов'язує з сланцюватістю та мікрокліважними тріщинами в породах, у які вуглеводневі флюїди відтискувалися безпосередньо з чорних аргілітів і сланців [1, 9, 10].

На даний час нами (Боднарчуком В.С., Мазур А.П. та Величенко Л.М.) продовжуються дослідження спаської світи нижньої крейди в Міжгірському районі Закарпатської області, де потужні пласти сланцюватих порід виходять на денну поверхню в руслі р. Ріка на території с. Майдан, яке розміщене в 20 км на північний захід від смт. Міжгір'я. В регіоні виходу гірських порід був проведений відбір взірців для подальших досліджень (рис. 7).

В геологічному відношенні, дана площа знаходиться в межах Кросненської зони Складчастих Карпат. Породи в межах даної території залягають під різними кутами від $45-65^{\circ}$, проте, трапляються відслонення, з кутами $85-90^{\circ}$. Інколи дані пласти використовуються місцевими жителями для переходу річки, як природні "геологічні мости" (рис. 8).

Відклади спаської світи в даному регіоні - це товщі сланцюватих аргілітів та сланців темного кольору (від сірого до чорного), подекуди зустрічаються пласти сірих та темно-сірих пісковиків. Аргіліти чорні, невапняковисті, м'які, тонкошаруваті, нерідко сильно перем'яті, крихкі. Великі кількості даних порід по площині нашарування або по тріщинах мають наліт гідроокису заліза. Аргіліти складаються з найменших пелітових частинок глинистих мінералів, які утворюють, разом з домішками пелітоморфного кремнезему (5-10%), досить однорідну основну масу, забарвлену тонкодисперсним піритом. В ній інколи присутня невелика кількість (до 10%) дрібних алевритових зерен кварцу, польових шпатів та лусок мусковіту.

Структура сланцюватих аргілітів пелітова або алевроліто-пелітова, а текстура однорідна або мікрошарувата. Остання обумовлена нерівномірністю розповсюдження домішок і забарв-

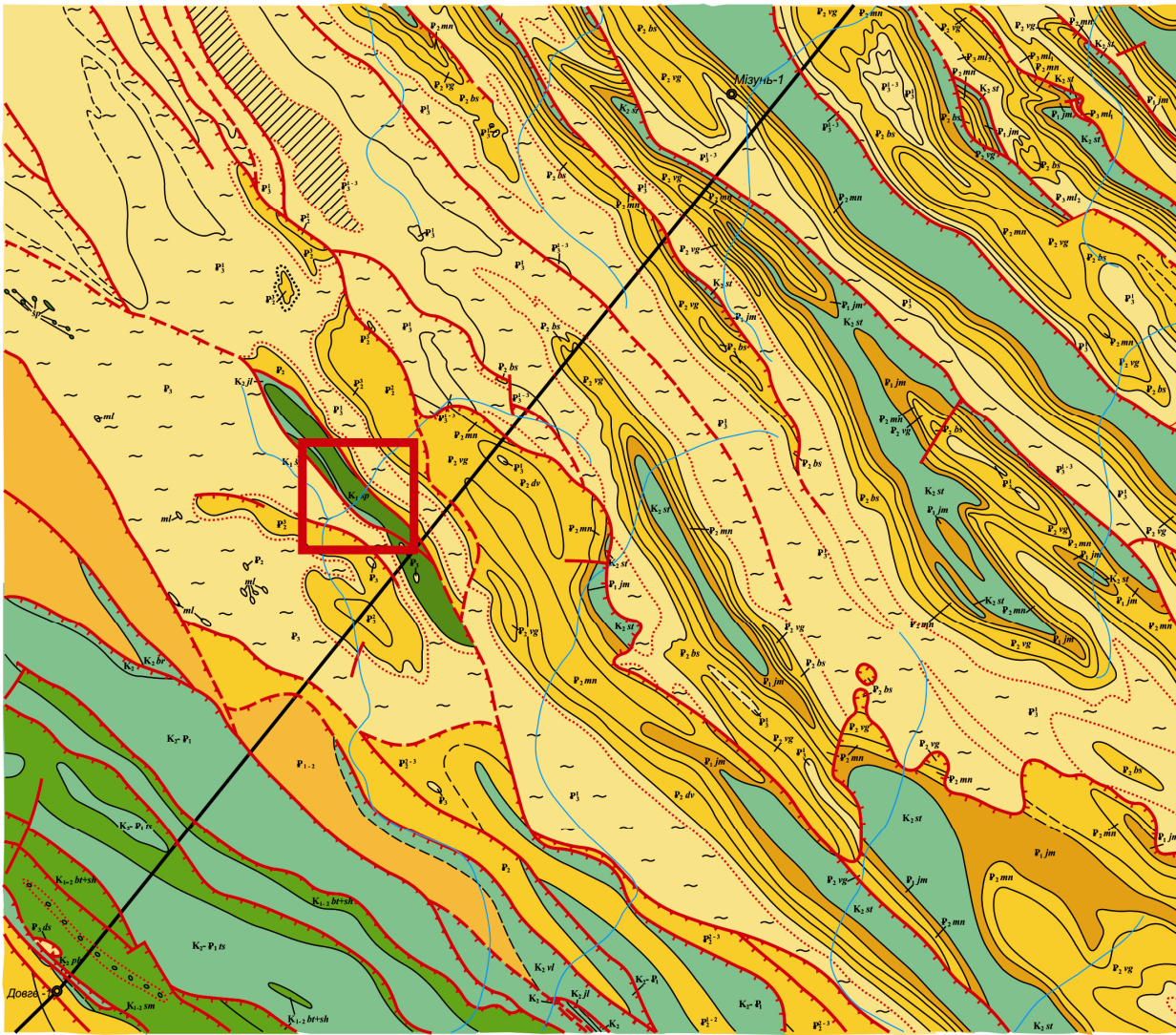
лення порід. Їхня потужність інколи коливається до 2 м і більше. Зустрічаються також пісковики темно-сірі та сірі, кварцові, дрібнозернисті (рідко - середньозернисті), алевритові, кремністі, інколи вапняковисті, дуже щільні та міцні, нерідко кварцитові, тонкошаруваті (0,1-1,5 м, рідше до 0,3 м), сильно тріщинуваті, озалізовані по тріщинам. Цемент кремнистий, глинисто-кремнистий або карбонатний. Текстура пісковиків однорідна та шарувата. При польових дослідженнях було виявлено відсутність реакції гірських порід з HCl.

Також виявлена смуга сланців червоного кольору, товщиною до 5 м. Цегляно-червоні утворення гідрооксидів заліза, які пов'язані з обезбарвлюванням чорних бітумінозних сланцюватих аргілітів та сланців, являють собою висохлу на сонці гелеподібну масу гідрооксидів заліза, що виникли за рахунок окислення піриту і органічних речовин. Беручи до уваги, що даний регіон знаходиться на схилах висот і часто можна побачити як ґрунтова вода виходить на поверхню не у вигляді ключа, а просочується крізь породи, розливаючись по площі на поверхні порід у відслоненнях (рис. 9). В межах цієї території через нагрівання з порівняно більшою інтенсивністю проходять процеси окислення піриту і органічних речовин. Окислене залізо залягає у вигляді гелю гідроокису і осідає на площинах нашарування та по щелинах, утворюючи мучнисті присипки, таким чином забарвлюючи ці невеликі площі в цегляно-червоний колір (рис. 10). Вони розташовуються на схилах у відслоненнях, які завжди розміщуються до сонця. Окислення піриту і органічних речовин викликає зміну кольору чорних порід.

Попередні макроскопічні дослідження відібраних з відслонень взірців порід дозволяють говорити про те, що вони збагачені ОР. Про це свідчить як їхнє чорне забарвлення так і запах бітумів у свіжому зламі гірських порід, що жири на дотик.

Про наявність високого вмісту бітумоїдів також свідчить проведений в лабораторних умовах люмінесцентно-бітумінологічний аналіз відібраних у відслоненнях обох районів взірців. Бітуми зустрічаються різних типів. В основному це смолисті та маслянисто-смолисті бітуми. Результати лабораторних робіт минулих років свідчать про те, що потік газоподібних вуглеводнів на своєму шляху значно змінює склад, в тому числі аж до утворення смолистих речовин.

Вміст бітумів у досліджуваних породах коливається в широких межах від 0,04 до 1,25%, а у розчині в середньому - $3,1 \times 10^{-4}$ г/мл. Спираючись на лабораторні дослідження, які були проведені на багатьох родовищах нафти і газу, вміст бітумів не перевищував $n \times 10^{-4}$ %. В такому разі можна зробити висновок, що території досліджень достатньо багаті на бітуми. Вони - легкі, про що свідчить колір суміші подрібненої породи та хлороформу під ультрафіолетовим світлом. Їх забарвлення зазвичай яскраво-блакитне. Колір люмінесценції капілярних витяжок дозволив визначити, що бітуми, які



Палеогенова система	Олігоцен	N ₁ vr	Воротищенська світа	Крейдлова система	K ₂ st	Стрийська світа	
		N ₁ pl	Полянницька світа		K ₁ sp	Спаська світа	
		P ₃ ml ₃	Верхньоменілітова підсвіта			геологічні границі	
	P ₃ ml ₂	Середньоменілітова підсвіта			тектонічні порушення		
	P ₃ ml ₁	Нижньоменілітова підсвіта			річки		
	Еоцен	P ₂ bs	Бистрицька світа				ділянка досліджень
		P ₂ vg	Вигодська світа				лінії профілів
		P ₂ mn	Манявська світа				Довга -1 параметричні свердловини
	Палеоцен	P ₁ jm	Ямненська світа				

Рисунок 7 – Фрагмент геологічної карти площі досліджень

містяться у породі – сапропелевого типу, тип бітумоїду – С. Провівши повний комплекс лабораторних досліджень, що включали в себе порівняння світіння бітумінозних включень безпосередньо у пробірках, порівняння капілярних витяжок, проведення крапельного аналізу (нанесення краплі нелюмінісцентного розчинника – хлороформу, CHCl₃) був зроблений ви-

сненок, що досліджувані породи перспективні в плані пошуків, розвідки і видобування газу з нетрадиційних порід-колекторів. Всі вище наведені результати отримані з порід спаської світи, відібраних у відслоненнях р. Дністер та її приток в районі м. Старий Самбір, р. Ріка – с. Майдан та у відслоненні менілітової світи в руслі р. Рибниця.



Рисунок 8 – "Геологічні мости" – вертикальне залягання бітумінозних сланців та пісковиків спаської світи нижньої крейди в р. Ріка (фото Величенко Л.М.)



Рисунок 9 – Ґрунтові води, що просочуються у відслоненні сланців червоного кольору спаської світи в руслі р. Ріка (фото Боднарчука В.С.)

Потрібно звернути особливу увагу на те, що в ході проведення польових геологічних досліджень у межах с. Майдан Закарпатської області, на північний-схід від автомобільного мосту, що знаходиться на крайньому рубежі населеного пункту на відстані близько 1,5 км, нами було виявлено невелике болото. Воно розміщене в 5-7 м від р. Ріка на одній із її терас. На даній ділянці був помічений інтенсивний вихід газу з водою (рис. 11). Враховуючи, що

цей регіон славиться своїми мінеральними джерелами, а поблизу знаходиться с. Сойми з джерелом мінеральної води, було висунуто припущення, що це вихід сірководню або звичайного болотного газу. Проте, після того як в південній частині болота були помічені маслянисті плівки на поверхні води (рис. 12) здійснено відбір проб газу та рідини для подальшого їх дослідження вже в лабораторних умовах.



Рисунок 10 – Вже окислені потужні товщі сланців спаської світи (фото Боднарчука В.С.)



Рисунок 11 – Вихід природного газу на терасі р. Ріка в районі с. Майдан (фото Мазур А.П.)

Висновок 3. Провівши лабораторні дослідження відібраних проб, було отримано позитивні результати, які свідчать про те, що в даній місцевості спостерігався вихід природного газу. Це підтверджується вуглеводневими компонентами, виявленими в ході аналізу (табл. 1). Але, оскільки проби відрізняються за вмістом, хоча відібрані в межах однієї території, згодом планується провести більш детальні польові геологічні дослідження даного регіону, бо на

даному етапі ще не можливо зробити кінцевий висновок про причину відмінності в показниках.

Завдання подальших досліджень. Отже, бітумінозні відклади менлітової світи олігоцену та спаської світи нижньої крейди є перспективними для пошуків, розвідки і розробки покладів природного газу з нетрадиційних порідколекторів.



Рисунок 12 - Масляниста жирна плівка на болоті в регіоні досліджень, с. Майдан (фото Боднарчука В.С.)

Таблиця 1 - Результати лабораторного аналізу відібраних проб газу в Міжгірському районі Закарпатській області в межах території виходу на денну поверхню порід спаської світи нижньої крейди

Дата	Місце відбору	Одиниці виміру	Склад газоповітряної суміші											Сума CH ₄ - C ₆ H ₁₄ ³ мг/м ³
			CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₃ H ₈	C ₃ H ₆	i- C ₄ H ₁₀	n- C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₈	i- C ₅ H ₁₂	n- C ₅ H ₁₂	C ₆ H ₁₄ +в	
04.09.12	Проба 1	%, × 10 ⁻⁴	564,230	0,117	1,866	0,097	0,042	0,083	0,051	0,097	0,066	0,340	-	
		мг/м ³	403,853	0,157	2,336	0,191	0,079	0,215	0,133	0,242	0,211	0,105	-	407,602
04.09.12	Проба 2	%, × 10 ⁻⁴	15,863	0,026	0,091	0,726	0,000	1,237	0,21	0,065	0,213	0,308	-	
		мг/м ³	11,354	0,035	0,114	1,428	0,000	3,208	0,545	0,209	0,686	0,08	-	17,886
04.09.12	Проба 3	%, × 10 ⁻⁴	5,258	0,047	0,220	0,236	0,067	0,416	0,097	0,098	0,124	0,185	-	
		мг/м ³	3,763	0,063	0,275	0,465	0,126	1,078	0,252	0,246	0,400	0,058	-	7,010

На даному етапі досліджень можна навіть зробити припущення, що на досліджуваній ділянці товща спаської світи нижньої крейди газоносна. Природний газ, що виділяється з порід цієї товщі, є наслідком його вертикальної міграції навіть до денної поверхні, тобто дизміграції з газових джерел, які зосереджені в нижньо-крейдовій товщі на ще невизначених глибинах. Вказане свідчить про високу перспективність щодо пошуків і видобування природного газу з спаської світи нижньої крейди Закарпаття як з традиційних, так і нетрадиційних колекторів. Тому, можливо в майбутньому рекомендувати дану територію для більш детальних та ретельних пошуків і розвідки на природний газ.

Отже, беззаперечним є той факт, що пошуки і розвідка природного газу з нетрадиційних колекторів є перспективними, особливо, для нашої держави, яка є залежною від інших країн в плані вуглеводневої сировини. Проте, слід зауважити, що екологічні аспекти видобутку

вуглеводневих енергоносіїв з нетрадиційних колекторів, таких як сланці, сланцюваті аргіліти та алевроліти, що вивчені недостатньо для застосування коврового методу вилучення в межах густозаселених західних областей України, особливо це стосується буріння горизонтальних свердловин до 5 км у великій кількості під населеними пунктами [11]. Тому, ми пропонуємо кардинально інший підхід у вирішенні даної проблеми, а саме проведення робіт на старих, вже забруднених вуглеводневих родовищах, шляхом буріння горизонтальних свердловин в товщах, що вважалися покривками, проте, дуже збагачених ОР, як наприклад, сланцюваті аргіліти менілітової світи, спаської світи, глинисті товщі неогену Зовнішньої зони Передкарпатського прогину, Волино-Подільської плити і навіть Закарпаття, що розглядається нами більш детально в опублікованій статті [1, 7, 12]. Але у вказаних товщах необхідно в майбутньому провести детальні палео-

геотермічні дослідження для визначення стадій катагенезу ОР у газові вуглеводні, шляхом дослідження її оптичних властивостей.

Сприятливі умови при проведенні робіт на старих вуглеводневих родовищах для інвесторів є наступні:

1. У випадку видобування природного газу і нафти у геосинклінальних зонах Карпат, можна здійснити буріння горизонтальних свердловин в двох-чотирьох тектонічних поверхах.

2. З кожного тектонічного поверху можна бурити декілька горизонтальних свердловин з одного стовбура.

3. Тектонічні поверхи обмежені регіональними тектонічними насувами, особливо у Внутрішній зоні, де нафтогазові родовища розміщені під Береговою скибою Скибової зони Карпат.

4. Райони старих вуглеводневих родовищ вже обладнані під'їзними шляхами, а також трубопроводами, які з'єднані з центральними газомагістралями.

Література

1 Орлов О.О. Бітумонафтогазогеологічне районування і напрямки пошуків нафти і газу в нетрадиційних колекторах західних областей України [Текст] / О.О. Орлов, В.С. Боднарчук, Ю.А. Калиній, А.П. Мазур // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2012. – №3 (33). – С. 17-29.

2 Орлов А.А. Аномальные пластовые давления в нефтегазовых областях Украины [Текст] / А.А. Орлов. – Львов: Вища школа, 1980. – 188 с.

3 Быховер Н.А. Геология и полезные ископаемые Карпат [Текст] / Н.А. Быховера. – Москва-Ленинград: Госиздатгеолит, 1941. – 642 с.

4 Порфирьев В.Б. Бітумні сланці УРСР [Текст] / В.Б. Порфирьев, І.В. Грінберг, Н.Р. Ладыженський, К.А. Галабурська. – Львів, 1961. – 827 с.

5 Порфирьев В.Б. Менилитовые сланцы – сырье для промышленности – строительный материал / В.Б. Порфирьев, И.В. Гринберг, Н.Р. Ладыженский [и др.]. – Киев: АН УССР, 1956. – 367 с.

6 Орлов О.О. Виявлення нафтопродукуючих порід у Карпатах [Текст] / О.О. Орлов // Нафтова і газова промисловість. – 1992. – №2. – С. 37-43.

7 Орлов О.О. Сланцевий і вугільний газ та інші джерела енергоносіїв майбутнього [Текст] / О.О. Орлов, В.Г. Омельченко, А.В. Локтєв. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2012. – 152 с.

8 Орлов О.О. Перспективи пошуків нафти і газу у нетрадиційних колекторах Західного бітумонафтогазоносного регіону [Текст] / О.О. Орлов, М.І. Євдошук, В.С. Боднарчук: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції ["Стан, проблеми та перспективи нафтогазової промисловості України"]. – Борислав: Вид-во Львівської політехніки, 2012. – С. 43-44.

9 Нестеров И.И. Новый тип коллектора нефти и газа [Текст] / И.И. Нестеров // Геология нефти и газа. – 1979. – №10. – С. 26-29.

10 Пути повышения эффективности поисков залежей нефти и газа в пластах Ю₀, Ю₁ и Ю₂-Ю₂₀ юрских отложений Среднего Приобья [Текст] / А.А. Орлов, М.Д. Журакинский, М.В. Ляху, Е.М. Старосельский // Известия высших учебных заведений. Нефть и Газ. – 1986. – С. 6-8.

11 Гідравлічний розрив у Європі: благо чи нещастя [Текст] / Авізер Такер: Матеріали міжнародної конференції ["Нетрадиційний природний газ: стратегії енергетичної безпеки України"]. – Івано-Франківськ: вид-во ІФНТУНГ, 2012.

12 Орлов О.О. Основні об'єкти пошуків газу в бітумінозних відкладах в західних областях України [Текст] / О.О. Орлов, В.С. Боднарчук. // Вісник харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. – 2012. – №997. – С. 50-58.

*Стаття надійшла до редакційної колегії
06.03.12*

*Рекомендована до друку
професором Орловим О.О.
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)
професором Карпенком О.М.
(НТУУ «КПІ», м. Київ)*