

ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 330.322.2:622.323

Лебега О.В., аспірант
кафедри економіки підприємства
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

КЛАСИФІКАЦІЯ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ЦІННІСТЬ РОДОВИЩ ПРИРОДНОГО ГАЗУ У СЛАНЦЕВИХ ПОРОДАХ

Лебега О.В. Класифікація геолого-економічних факторів, що визначають цінність родовищ природного газу у сланцевих породах. Статтю присвячено дослідженню природно-геологічних, техніко-технологічних, економічних та екологічних особливостей розвідки і розроблення родовищ природного газу зі сланцевих формацій. Запропоновано класифікацію факторів та показників, що визначають цінність та ефективність розвідки і розроблення родовищ природного газу, пов'язаних зі сланцевими формаціями. Фактори та показники для їх кількісного виміру розділено на чотири групи: природно-геологічні, фізико-хімічні, техніко-технологічні, економічні й екологічні. У кожній групі ідентифіковано й охарактеризовано окремі фактори та показники, а також методичні підходи до їх кількісної характеристики й оцінювання.

Ключові слова: природний газ зі сланцевих формацій, фактори, класифікація, природно-геологічні, фізико-хімічні, техніко-технологічні, економічні, екологічні показники.

Лебега О.В. Классификация геолого-экономических факторов, определяющих ценность месторождений природного газа в сланцевых породах. Статья посвящена исследованию природно-геологических, технико-технологических, экономических и экологических особенностей разведки и разработки месторождений природного газа из сланцевых формаций. Предложена классификация факторов и показателей, определяющих ценность и эффективность разведки и разработки месторождений природного газа, связанных со сланцевыми формациями. Факторы и показатели для их количественного измерения разделены на четыре группы: природно-геологические, физико-химические, технико-технологические, экономические и экологические. В каждой группе идентифицированы и охарактеризованы отдельные факторы и показатели, а также методические подходы к их количественной характеристике и оценке.

Ключевые слова: природный газ из сланцевых формаций, факторы, классификация, природно-геологические, физико-химические, технико-технологические, экономические, экологические показатели.

Lebega O.V. Geological and economic features and factors that have influence on the cost formation of natural gas extraction from shale rock. The article is devoted to the study of natural geological, technological, economic and ecological features of exploration and development of natural gas deposits from shale formations. The classification of factors and indicators that determine the value and efficiency of exploration and development of natural gas deposits associated with shale formations is proposed. Factors and indicators for their quantitative measurement divided into four groups: natural geological, physico-chemical, technical and technological, economic and environmental. Each group identifies and describes individual factors and indicators, as well as methodological approaches to their quantitative characteristics and evaluation.

Key words: natural gas from shale formations, factors, classification, natural and geological, physical, chemical, technical, technological, economic and environmental performance.

Постановка проблеми. Сьогодні й у найближчій перспективі природний газ залишатиметься основним і найбільш екологічним джерелом енергії для людства. При цьому невід'ємним й усе важливішим складником у світовому балансі видобутку природного газу стає сланцевий газ.

Необхідно зазначити, що сланці є найбільш розповсюдженою осадовою породою на Землі. За

твердженнями багатьох експертів, сланцевий газ є стратегічним резервом і стане основним джерелом енергії після того, як у близькому майбутньому будуть вичерпано запаси дешевого конвенційного газу. Розроблення покладів сланцевого газу в Україні є також одним із важливих напрямів збільшення власного видобутку обсягів природного газу [1].

Світові поклади сланцевого газу є досить значними. Так, за даними Американської інформаційної енергетичної адміністрації, станом на кінець 2015 р. поклади сланцевого газу у світі становлять 214,57 трлн. куб. м [2].

Отже, зважаючи на переваги та перспективи видобування сланцевого газу є доцільним виявити, охарактеризувати і класифікувати фактори, які мають вплив на формування цінності родовищ сланцевого газу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам виявлення геолого-економічних показників і факторів, які визначають цінність газосланцевих родовищ, присвячена велика кількість наукових праць [2–13].

Та, незважаючи на це, існує висока невизначеність щодо ідентифікації та класифікації всіх ознак і чинників, які впливають на економічні оцінки родовищ природного газу у сланцевих породах, і саме це визначає актуальність цього дослідження.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз, характеристика та класифікація факторів, які впливають на формування цінності, а отже, й вартості видобутку природного газу зі сланцевих порід.

Виклад основних результатів. Аналіз процесів розроблення родовищ природного газу, що належать до сланцевих формацій, дав змогу зробити висновок, що фактори, які впливають на економічну ефективність газовидобування, доцільно поділити на чотири основні групи: природно-геологічні, фізико-хімічні, техніко-технологічні, економіко-екологічні.

Передусім цінність родовищ сланцевого газу визначають природні – **геолого-фізичні фактори**:

1) Літологічна характеристика складу та стратиграфічна приуроченість сланцевих порід. Сланцеві породи в геології переважно належать до аргілітів. Аргіліти являють собою мілкозернисті осадові породи, які містять глинисті й алевритисті фракції з дуже малим розміром зерен – від 0,5 до 0,005 мм. Це складна суміш органічної речовини і глинистих мінералів – ілліту, смектиту, каолініту і хлориту – поряд із кварцем, кальцитом, доломітом, польовим шпатом, апатитом і піритом.

2) Площа поширення сланців, км². Важливою особливістю і характеристикою покладів сланцевих формацій є значна площа їх поширення, яка обчислюється у км² і становить десятки та навіть сотні км² (наприклад, сланці Барнет займають площу понад 20 тис. км², Марселус – 246 тис. км²) [4]. Тобто на відміну від родовищ конвенційного газу поклади газу сланцевих товщ не є приуроченими до обмежених ділянок земних надр у вигляді пасток.

3) Вміст газу, м³/т. Проведений аналіз показав, що вміст газу у сланцевих товщах світу змінюється у межах від 0,44 до 9,9 м³/т, середнє значення становить – 4,58 м³/т. Що стосується щільності ресурсів газу (Щр), то цей параметр є похідним від Вг і ефективної товщини сланцевої товщі heф, про яку йтиметься далі. Слід зазначити, що параметри Вг і

Щр є найважливішими показниками для підрахунку запасів сланцевого газу, а це визначальна геолого-економічна характеристика будь-яких родовищ вуглеводнів, тому що від запасів родовища залежать обсяги видобутку газу, можливості застосування певних видів техніки і технології, рівень експлуатаційних та інвестиційних витрат.

4) Геологічні і видобувні запаси, трлн. м³. У міжнародній і вітчизняній практиці під час підрахунку запасів визначають геологічні запаси і видобувні запаси. Геологічні запаси, або загальні запаси, сланцевого газу визначають здебільшого об'ємним методом. При цьому, згідно з «Методичними вказівками з оцінки ресурсів газу сланцевих товщ» [17], окремо визначаються загальні ресурси вільного газу, окремо сорбованого та закритого в порах сланцевого газу. Загальні ресурси газу сланцевих товщ визначаються за формулою:

$$Q_{ГСТ} = S \times h \times m \times k_{Г} \times f (P_{П} \alpha - P_{К} \alpha_{к}), \quad (1)$$

де: Q_{ГСТ} – загальні ресурси газу сланцевих товщ, млн. м³; S – площа покладу газу в найбільш продуктивних межах сланцевої товщі, м²; h – товщина пористої (продуктивної) частини сланцевої товщі, м; m – коефіцієнт відкритої пористості, частка одиниці; k_Г – коефіцієнт газонасиченості за даними геофізичних досліджень, частка одиниці; f – поправка на температуру; P_п – середнє значення початкового пластового тиску у покладі газу сланцевих товщ, МПа; P_к – кінцевий пластовий тиск, приймається на рівні 0,1 МПа; α, α_к – стандартні поправки на відхилення вуглеводневих газів від закону Бойля-Маріотта.

Оцінка сорбованого та закритого в порах сланцевого газу здійснюється за формулою:

$$Q = F \times h \times \rho_{п} \times X_{п}, \quad (2)$$

де: Q – початкові геологічні запаси газу, млн. м³; F – площа газонасиченості, м²; h – товщина перспективної товщі, м; ρ_п – щільність порід, кг/м³; X_п – газонасиченість порід, м³/кг.

Видобувні запаси – це частина геологічних запасів, видобуток і використання яких є економічно доцільним за умови застосування сучасних технічних засобів і технологій та дотримання вимог щодо охорони надр і природи. Видобувні запаси визначаються множенням геологічних запасів на коефіцієнт газовіддачі. Згідно з «Методичними вказівками з оцінки ресурсів газу сланцевих товщ», коефіцієнт газовіддачі умовно приймається в межах 0,2–0,3 [17, с. 20]. Величини геологічних і видобувних запасів газу в міжнародній практиці визначається у стандартних кубічних футах – cf (1cf = 0,028 м³), найчастіше – трильйонах кубічних футів (Tcf).

5) Глибина залягання сланців, м. Глибина залягання сланцевої товщі, що як геологічний фактор суттєво впливає на вибір технічних, технологічних і організаційних рішень під час буріння свердловин, розроблення родовищ, а також є важливим фактором формування величини інвестиційних витрат і

собівартості видобутку газу. З іншого боку, зі зростанням глибини залягання сланцевих товщ, зростають пластові тиски і температури, що сприяє поглибленню ступеня катагенезу органічної речовини. Глибина залягання покрівлі сланцевих товщ змінюється у межах від 122 до 4 378 м, середнє значення становить 2 088 м.

6) Ефективна товщина, м. Товщина сланців разом із великою площею їх розповсюдження і наявністю органічної речовини для адсорбції газу визначають запаси сланцевого газу, а також створюють більш сприятливі умови для буріння горизонтальної частини свердловин. Необхідно зазначити, що не вся товща сланців представляє комерційний інтерес, тому існує поняття ефективної товщини, яка визначається за результатами геофізичних досліджень свердловин, з урахуванням кількісних і якісних критеріїв її визначення на конкретній площі. Більш потужні сланцеві товщі є інвестиційно привабливішими об'єктами. Проведений нами аналіз показав, що ефективна товщина сланцевих формацій змінюється у межах від 6 м до 350 м, середнє значення становить 85,8 м.

7) Проникність, нанодарсі. Проникність є характеристикою, що визначає фільтраційні властивості сланцевих порід. Хоча треба зазначити, що сланцеві породи характеризуються аномально низькою матричною проникністю. Однак велике значення має зумовлена сланцюватістю наявність системи природних тріщин, що підвищують ефективність проведення ГРП, оскільки існування природних тріщин сприяє розповсюдженню і розвитку систем штучних тріщин [6; 7]. Проникливість сланцевих порід змінюється у широких межах – від 5 до 5 тис. нанодарсі, середнє значення становить 679 нанодарсі.

8) Пористість, %. Локальні високопродуктивні зони сланцевих товщ характеризуються високою матричною пористістю. Пори у сланцевих породах містять значну кількість вільного сланцевого газу, який у початкові періоди видобування можна вилучати з високими дебітами, що сприяє поліпшенню економічних показників розроблення. Пористість сланцевих товщ змінюється у межах від 0,5% до 14%, середнє значення становить 6,39%. Величина пористості сланцевих порід має бути не менша 3% [4; 7; 17].

9) Вміст органічної речовини, %. Вміст органічної речовини у сланцевих товщах змінюється у межах від 0,46% до 20%, середнє значення становить 4,88%. Як показують численні дослідження, вміст органічної речовини у перспективних зонах має перевищувати 1–3%. Підвищений уміст органічної речовини також сприяє поновленню запасів газу.

10) Ступінь катагенезу. Ступінь катагенетичних перетворень і зрілість органічної речовини визначається різними методами. Один із них – за відбивною здатністю вітриніту (R_o), що виражається у відсотках. Загалом із підвищенням рівня катагенетичних перетворень, тобто рівня термічної зрілості органічної речовини, зростає вміст вуглецю у керогені, відповідно

зростає значення R_o . Ця величина змінюється у межах від 0,4% до 5%, середнє значення становить 1,88%. Тобто сланцеві породи родовищ, з яких у даний час здійснюється комерційний видобуток сланцевого газу, мають переважно достатню високу ступінь катагенезу.

11) Частка вільного й адсорбованого газу, %. Кількість адсорбованого газу у сланцях коливається у межах від 10% до 85%, середнє значення – близько 50%. Адсорбований газ сприяє стабільності дебітів газу в разі падіння тисків унаслідок виснаження пластової енергії [19].

12) Вміст глинистого складника, %. Вміст глинистих мінералів має не перевищувати 50%, інакше сланець підлягає пластичним деформаціям і може не утворювати тріщин під час гідророзривів, які необхідні для міграції газу.

13) Вміст кварцевого складника, %. За наявними даними, вміст кременистих мінералів коливається у межах 15–45%, середнє значення – близько 33%. Ця характеристика сланцевих резервуарів має особливе значення з погляду успішності проведення гідророзривів, тобто якості закінчування свердловин. Адже чим більший вміст кременистих мінералів (більше 40%), тим сприятливішими є умови для створення зон штучної тріщинуватості і тим більші дебіти свердловин [19].

14) Пластові тиск і температура. Наступною групою факторів, що мають велике значення під час оцінювання родовищ природного газу у сланцевих породах є фізико-хімічні характеристики газу:

– фракційний склад газу. Загалом, основними показниками властивостей природного газу є молекулярна маса, густина відносно повітря, коефіцієнт стисливості, об'ємний коефіцієнт, теплота згорання. Молекулярна маса природного газу залежить від його хімічного складу, а це суміш різних вуглеводневих газів земної кори: метану – CH_4 , етану – C_2H_6 , пропану – C_3H_8 , ізобутану – C_4H_{10} , ізопентану – C_5H_{12} , гексану – C_6H_{12} , гептану – C_7H_{16} , азоту, вуглекислого газу [20, с. 315]. Сланцевий газ є тим же природним газом, і підтвердженням цього є те, що він складається переважно (близько 97%) із метану. Однак до його складу можуть входити інші гази із різним процентним умістом: водень – 25–40%, метан – 14–17%, чадний газ – 10–20%, вуглекислий газ – 10–20%, етан, інші вуглеводні – 4–5%, азот – 22–25%, кисень – не більше 1% [21, с. 160];

– відносна густина газу. Густина визначається відносно повітря і коливається у межах від 0,7 до 0,9 кг/м^3 ;

– в'язкість. В'язкість – це властивість рідин та газів чинити опір взаємному переміщенню сусідніх шарів під час руху (внутрішнє тертя). На відміну від нафт для газів цей параметр є менш важливим, становить соті частки $\text{мПа}\cdot\text{с}$ і змінюється для газів різних родовищ у незначних межах;

– об'ємний коефіцієнт. Об'ємний коефіцієнт пластового газу характеризує зміну об'єму 1 м^3 газу

відібраного за стандартних умов за перенесення його у пластові умови [21];

- вміст сірководню;
- вміст вуглекислого газу;
- міст азоту;
- теплотворна здатність газу.

Основною характеристикою, яка визначає якість природного газу, є його теплотворна здатність. Саме тому на світових газових ринках ціна газу визначається його теплотворною здатністю у британських теплових одиницях (БТЕ). Загалом теплотворна здатність природних газів залежить від компонентного складу і коливається у межах 33000–44000 кДж.

Наступною групою факторів є технологічні фактори:

1) Загальна кількість пробурених свердловин. Загальна кількість горизонтальних свердловин залежить від площі сланцевого родовища або його ділянок із підвищеною продуктивністю – sweet spots, які планується охопити розробленням. Останнім часом кількість пробурених свердловин на сланцевих плеях зменшується, а видобуток газу зростає. Це пояснюється застосуванням передових технологій у бурінні, а саме використанням самохідних роботизованих бурових станків і кущового буріння.

2) Щільність буріння. Щільність буріння – це кількість пробурених свердловин на 1 км² площі сланцевого плею. Цей параметр є похідним від попереднього і характеризує площу сланцевого родовища, яку планується охопити розробленням однієї свердловини.

3) Довжина горизонтальної частини свердловини. Довжина горизонтальної частини свердловини є параметром, який характеризує довжину ділянки свердловини всередині продуктивного сланцевого пласта, при цьому горизонтальна частина свердловин може відходити від вертикальної частини на 1,5–2 км [22, с. 141], що пробурені на сланцевий газ.

4) Площа сланцевого пласта, яку охоплює одна свердловина. Площа сланцевого пласта, яку охоплює одна свердловина, залежить від довжини горизонтальної частини і кількості горизонтальних стовбурів, які буряться з одного куща. Цей параметр є визначальним для продуктивності свердловин.

5) Кількість ГРП. Загальна кількість ГРП у свердловині залежить від довжини горизонтальної ділянки свердловини, віддалі між кластерами ГРП та кількості стадій проведення ГРП, кількості повторних гідророзривів.

6) Віддаль між кластерами ГРП. Віддаль між кластерами ГРП залежить від геолого-фізичних характеристик сланцевих порід, таких як щільність ресурсів, наявність зон, природна тріщинуватість, проникливість.

7) Кількість стадій ГРП. Під час розроблення сланцевих родовищ усе ширше застосовуються багатостадійні гідророзриви. Це дає змогу збільшити початкові дебіти свердловин до 50% [22].

8) Обсяг води для ГРП, м³. Для здійснення гідророзривів необхідні значні обсяги води, які досягають 10–20 тис. л на одну свердловину. Нові технології дають змогу очищувати і повторно використовувати практично всю воду, що використовується під час проведення ГРП, що значно зменшує екологічні загрози [22, с. 155].

9) Компонентний склад розчину для ГРП. Окрім води, під час проведення ГРП використовують досить широкий список інших речовин, серед яких основними є пісок (пропант), кислоти, стабілізатори, інгібітори та ін. Рідини, що використовуються для проведення сучасної операції ГРП, як правило, на 95–98% складаються з води і пропантів, і тільки незначну кількість становлять різні хімічні реагенти [24].

10) Коефіцієнт газовилучення. Коефіцієнт газовилучення для сланцевих родовищ коливається у межах від 20% до 50–60% [6, с. 37].

11) Обсяг видобутку води м³/доб. Обсяги попутного видобутку води коливаються на різних родовищах у межах 0,8–80 м³/добу [24].

Завершальною групою факторів, які визначають цінність сланцевих родовищ, є еколого-економічні фактори. До них належать:

1) Продуктивність свердловин. Продуктивність свердловин із видобутку сланцевого газу змінюється у межах від 1,09 до 87 м³/доб./свердловину, середнє значення становить 20,33 м³/доб./свердловину.

2) Витрати на видобування одиниці об'єму сланцевого газу. Витрати на видобуток одиниці сланцевого газу залежать від продуктивності свердловин, фізико-хімічних властивостей газу, цін на матеріальні ресурси, що використовуються у процесі видобування, технологічних параметрів розроблення. У процесі розроблення сланцевих родовищ вони можуть змінюватися в широких межах.

3) Інвестиційні витрати на буріння однієї свердловини. Інвестиційні витрати у розроблення родовища передусім залежать від витрат на буріння свердловин, які визначаються природними особливостями покладів сланцевого газу (глибина залягання сланцевих порід, склад і параметри буримості вищезалягаючих і сланцевих порід, довжина горизонтальної частини стовбура свердловини), технологічними параметрами системи розроблення, загальноекономічними умовами освоєння родовищ.

4) Інвестиційні витрати на здійснення одного гідророзриву сланцевого пласта (ГРП). Важливим інвестиційним складником під час видобування сланцевого газу є витрати на здійснення розущільнення і стимулювання сланцевих порід. Їхня величина залежить від технологій ГРП, які застосовуються, кількості гідророзривів чи інших методів стимулювання сланцевих порід у свердловині.

5) Час буріння однієї свердловини.

6) Рентабельність видобутку. Рентабельність видобування сланцевого газу передусім залежить

від якості ресурсу, величини витрат на його видобуток, цін на газових ринках, а також виду показника рентабельності і методів його визначення. Загалом газодобувна галузь є рентабельною, а отже, інвестиційно привабливою. Щодо конкретних сланцевих родовищ, то рентабельність видобування газу для них може суттєво відрізнятись.

Крім вищенаведених, значний вплив мають інші фактори, що визначають цінність родовищ, а саме соціально-економічні та екологічні фактори. До соціально-економічних належать: забезпеченість країни природним газом; кон'юнктура світового ринку природного газу; наявна інфраструктура в регіоні; рівень та структура споживання енергії.

Розглядаючи екологічні фактори під час розроблення сланцевих родовищ, необхідно охарактеризувати: можливі обсяги шкідливих викидів в атмосферу; скиди у водне середовище; можливе

забруднення водоносних горизонтів; деструктивні впливи на ґрунти і ландшафт тощо.

Характеризуючи фактори, що впливають на цінність сланцевих родовищ, необхідно не забувати й про правові норми, такі як: статус і можливості передачі земельних ділянок у користування; врахування сервітутів у землекористуванні; наявна інфраструктура; умови оподаткування; законодавчі пільги та обмеження.

Висновки. Кожне родовище природного газу, що належить до сланцевих порід, є неповторним витвором природи і характеризується низкою геологічних, економічних, екологічних показників та факторів, що впливають на його цінність та відображають основні природно-геологічні характеристики і ефективність розробки. Подальші дослідження необхідно спрямувати на вдосконалення методичних підходів до визначення показників, що характеризують розглянуті фактори.

Список літератури:

1. Энергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>.
2. Бойер Ч. Сланцевый газ – глобальный ресурс / Ч. Бойер, Б. Кларк, Р. Льюис, К.К. Миллер // Нефтегазовое обозрение. – 2011. – Т. 23. – № 3. – С. 36–51.
3. Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: China 2015 / EIA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.eia.gov/beta/international/analysis_includes/countries_long/China/china.pdf.
4. Дмитриевский А.Н. Сланцевый газ – новый вектор развития мирового рынка углеводородного сырья / А.Н. Дмитриевский, В.И. Высоцкий // Газовая промышленность. – 2010. – № 8. – С. 44–47.
5. Иванов Н.А. Сланцевая Америка: энергетическая политика США и освоение нетрадиционных нефтегазовых ресурсов / Н.А. Иванов. – М.: Магистр, 2014. – 304 с.
6. Цветков Л.Д. Сланцевые углеводороды (библиографический обзор) / Л.Д. Цветков, Н.Л. Цветкова [Электронный ресурс]. – Режим доступу: <http://ftp.nedra.ru/rus/activity/archive/publications/hydrocarbons.pdf>.
7. Лукин А.Е. Черносланцевые формации эвскинского типа – мегаловушки природного газа / А.Е. Лукин // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2013. – № 4. – С. 5–28.
8. Кондрат О.Р. Сланцевый газ: проблемы и перспективы / О.Р. Кондрат, Н.М. Гедзик // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2013. – № 2(47). – С. 33–39.
9. Нетрадиційні джерела вуглеводнів України: [монографія]: у 8 кн. Кн. 1. Нетрадиційні джерела вуглеводнів: огляд проблеми / І.М. Куровець [та ін.]; Нац. акціонерна компанія «Нафтогаз України» та ін. – К.: Ніка-Центр, 2014. – 208 с.
10. Козловський С.В. Стан та тенденції видобутку сланцевого газу у світі. Перспективи для України: економічний та екологічний аспекти / С.В. Козловський // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія «Економічні науки». – 2014. – № 2. – С. 49–60.
11. Дейнеко В.В. Сланцевый газ: экологические аспекты добытки (світовий досвід для України, аналітичні оцінки) / В.В. Дейнеко // Регіональна економіка. – 2012. – № 4. – С. 98–108.
12. Марковська В.С. Перспективи видобутку і споживання сланцевого газу в країнах Європейського Союзу / В.С. Марковська // Економічний часопис – XXI. – 2013. – № 3–4(2). – С. 17–20.
13. Циган Р.М. Перспективи видобутку сланцевого газу в Україні: за і проти / Р.М. Циган, А.О. Синятко [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.economy.nauka.com.ua/pdf/12_2015/51.pdf.
14. Кришталь А.М. Світовий досвід вивчення та використання нетрадиційних вуглеводневих ресурсів / А.М. Кришталь // Мінеральні ресурси України. – 2015. – № 1. – С. 27–37.
15. Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
16. Конюхов А.И. Черные глины и другие отложения, обогащенные органическим веществом, на окраинах материков в раннем и позднем палеозое / А.И. Конюхов // Вест. Моск. ун-та. Геология. – 2015. – № 4. – С. 22–33.
17. Методичні вказівки з оцінки ресурсів газу сланцевих товщ: Наказ Державної комісії по запасах корисних копалин № 625 від 29.12.2012. – К.: ДКЗ, 2012. – С. 22.
18. Лукин А.Е. Сланцевый газ и перспективы его добытки в Украине. Статья 1. Современное состояние проблемы сланцевого газа (в свете опыта освоения его ресурсов в США) / А.Е. Лукин // Геол. журн. – 2010. – № 3. – С. 17–33.
19. Поиск высокопродуктивных зон: качество коллектора и качество заканчивания скважин // Нефтегазовое обозрение, 2013–2014 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/russia13/win13/article5.pdf.
20. Підрахунок запасів нафти і газу: [підручник] / За заг. ред. Г.І. Рудька. – Київ; Чернівці: Букрек, 2016. – 562 с.
21. Даутова Э.М. Возможности и перспективы добытки сланцевого газа в России / Э.М. Даутова, О.Е. Кочнева [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pstu.ru/vestnik/5115/?special=1>.
22. Сланцевый газ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://newsruss.ru/doc/index.php/%D0%A1%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7.
23. Сорокин С.Н. Основные проблемы и перспективы добытки сланцевого газа / С.Н. Сорокин, А.А. Горячев. – М., 2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.eriras.ru/files/Sorokin_Goryachev_OPEEE_slanec.pdf.