

ГЕОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ПРИ ОЦІНЦІ РЕСУРСНОЇ БАЗИ ВУГЛЕВОДНІВ

М.В. Харченко¹, Ю.Б. Кабишев², Л.С. Пономаренко³

¹ *Центр нафтогазогеологічних та сейсмічних досліджень, ДП «Науканафтогаз», Вишневе, Київська область, Україна, E-mail: kharchenko@naukanaftogaz.kiev.ua
Кандидат геолого-мінералогічних наук, завідувач відділення*

² *Центр нафтогазогеологічних та сейсмічних досліджень, ДП «Науканафтогаз», Вишневе, Київська область, Україна, E-mail: kabyshev@naukanaftogaz.kiev.ua
Кандидат геологічних наук, головний науковий співробітник*

³ *Центр нафтогазогеологічних та сейсмічних досліджень, ДП «Науканафтогаз», Вишневе, Київська область, Україна, E-mail: LPonomarenko@naukanaftogaz.kiev.ua
Старший науковий співробітник*

На сучасному етапі проведення геологорозвідувальних робіт (ГРР) актуальним є питання проведення оцінки ресурсної бази вуглеводнів перспективних об'єктів не на детерміністській основі, а із застосуванням імовірнісної оцінки і геологічних ризиків, що особливо важливо при оцінці інвестиційної привабливості, тим паче при впровадженні міжнародних проектів.

Геологічний ризик пов'язаний з невизначеністю геологічної моделі нафтогазоперспективного об'єкта і не залежить від абсолютної величини оцінюваних ресурсів.

На основі аналізу світового досвіду, попередніх досліджень цього питання в Україні та особливостей геологічної будови і нафтогазоносності Східного нафтогазоносного регіону України визначені основні геологічні ризики та розроблено рекомендації на застосування методичних прийомів з їх визначення при оцінці вуглеводневих ресурсів нафтогазоперспективних об'єктів, що дозволить підвищити достовірність оцінки ресурсної бази перспективних об'єктів в Східному нафтогазоносному регіоні України.

Ключові слова: вуглеводні, геологорозвідувальні роботи, імовірнісна оцінка, нафтогазоперспективні об'єкти, оцінка ризиків, перспективні ресурси

**GEOLOGICAL RISKS IN ESTIMATION OF THE RESOURCE BASIS
OF CARBOHYDRATES**

M.V. Kharchenko¹, Y.B. Kabyshev², L.S. Ponomarenko³

¹ *Center of OilGas Geology and Seismic research, SE «Naukanaftogaz», Vyshneve, Kyiv region, Ukraine, E-mail: kharchenko@naukanaftogaz.kiev.ua
Ph.D. of Geology&Mineralogy science, head of Department*

² *Center of OilGas Geology and Seismic research, SE «Naukanaftogaz», Vyshneve, Kyiv region, Ukraine, E-mail: kabyshev@naukanaftogaz.kiev.ua
Cand. Sci. (Geol), Chief scientist*

³ *Center of OilGas Geology and Seismic research, SE «Naukanaftogaz», Vyshneve, Kyiv region, Ukraine, E-mail: LPonomarenko@naukanaftogaz.kiev.ua
Senior scientist*

At the present stage of geological exploration, the issue of assessing the hydrocarbon resource base of promising facilities is not relevant on a deterministic basis, but using probabilistic assessments and geological risks, which is especially important when assessing investment attractiveness, especially when introducing international projects.

Geological risk is associated with the uncertainty of the geological model of an oil and gas perspective object and does not depend on the absolute value of the estimated resources.

Based on the analysis of world experience, preliminary studies of this issue in Ukraine and features of the geological structure and oil and gas content of the Eastern oil and gas region of Ukraine, the main geological risks are identified:

- the risk of the existence of a trap - the probability that there is a structural or other form in which the position of the explosives may be contained, the reliability of the release of the trap according to available geological and geophysical data;

- the risk of the collector's existence is the probability that the breed having sufficient porosity, permeability and spatial distribution in the predicted section of the cut is present and maintained in the process of development of mobile explosives;

- the risk of the existence of a tire - the probability that promising in oil and gas bearing deposits overlapping rocks are impervious to predicted hydrocarbons and able to hold the deposit;

- risk of regional (zonal) oil and gas - the probability that within the oil and gas prospect facility there are hydrocarbons in a specific productive horizon.

For a more confident and unified determination of the risk factors for the existence of a trap, its dependence on the main characteristics of the predicted trap was developed. In addition to the type of trap, differentiation is performed depending on the depth of the object, its amplitude and the number of complicated tectonic disturbances and their type.

In addition, recommendations have been developed for the use of methodological methods for determining the risks in assessing the hydrocarbon resources of oil and gas prospecting facilities, which will increase the reliability of the assessment of the resource base of promising objects in the Eastern oil and gas region of Ukraine.

Key words: hydrocarbon, geological works, important evaluation, naftagazperspective objects, evaluation of risks, perspective resources

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ОЦЕНКЕ РЕСУРСНОЙ БАЗЫ УГЛЕВОДОРОДОВ

Н.В. Харченко¹, Ю.Б. Кабышев², Л.С. Пономаренко³

¹ *Центр нефтегазогеологических и сейсмических исследований, ДП «Нaukanaftogaz», Вишневое, Киевская область, Украина, E-mail: kharchenko@naukanaftogaz.kiev.ua
Кандидат геолого-минералогических наук, заведующий отделением*

² *Центр нефтегазогеологических и сейсмических исследований, ДП «Нaukanaftogaz», Вишневое, Киевская область, Украина, E-mail: kabyshev@naukanaftogaz.kiev.ua
Кандидат геологических наук, главный научный сотрудник*

³ *Центр нефтегазогеологических и сейсмических исследований, ДП «Нaukanaftogaz», Вишневое, Киевская область, Украина, E-mail: LPonomarenko@naukanaftogaz.kiev.ua
Старший научный сотрудник*

На современном этапе проведения ГРП актуален вопрос проведения оценки ресурсной базы углеводородов перспективных объектов не на детерминистской основе, а с применением вероятностной оценки и геологических рисков, что особенно важно при оценке инвестиционной привлекательности, тем более при внедрении международных проектов.

Геологический риск связан с неопределенностью геологической модели нефтегазоперспективного объекта и не зависит от абсолютной величины оцениваемых ресурсов.

На основе анализа мирового опыта, предыдущих исследований этого вопроса в Украине и особенностей геологического строения и нефтегазоносности Восточного нефтегазоносного региона Украины определены основные геологические риски и разработаны рекомендации на применение методических приемов по их определению при оценке углеводородных ресурсов нефтегазоперспективных объектов, что позволит повысить достоверность оценки ресурсной базы перспективных объектов в Восточном нефтегазоносном регионе Украины.

Ключевые слова: углеводороды, геологоразведочные работы, вероятностная оценка, нефтегазоперспективные объекты, оценка рисков, перспективные ресурсы

Вступ

На даний час в основних нафтогазоносних регіонах України (Східний і Західний) фонд антиклінальних структур практично вичерпано і до пошуково-розвідувального буріння залучаються різноманітні, часто незначні за розмірами, неантиклінальні об'єкти – тектонічно і літологічно екрановані, комбіновані тощо. Враховуючи складність будови зазначених пасток, питання, пов'язані з впевненістю виділення пасток вуглеводнів (ВВ) та оцінки їх ресурсного потенціалу вимагають особливої уваги. Необхідно не тільки виконати кількісну оцінку ресурсного потенціалу ВВ, а й оцінити вплив різноманітних факторів на можливість існування прогнозного покладу ВВ, тобто оцінити геологічні ризики.

Практика проведення ГРП в нафтогазоносних регіонах України передбачає застосування лише сталої детерміністської оцінки ресурсної бази, на відміну від провідних нафтогазовидобувних компаній світу, які при плануванні ГРП застосовують імовірнісну оцінку (зазвичай методом Монте-Карло) та оцінку з урахуванням геологічних ризиків. Така оцінка використовується і міжнародними фінансовими організаціями для оцінки інвестиційної привабливості та при кредитуванні ГРП. Практика проведення ГРП в нафтогазоносних регіонах України, коли застосовується лише стала оцінка ресурсної бази, стримує, зокрема, міжнародне співробітництво.

Досвід проведення оцінки ресурсної бази ВВ нафтогазоперспективних об'єктів українськими фахівцями із врахуванням імовірнісної оцінки і геологічних ризиків дуже обмежений, як правило, без детального обґрунтування, і базується не на статистичних даних, а на суб'єктивних поглядах дослідників.

В той же час проведення оцінки ресурсної бази нафтогазоперспективних об'єктів у нафтогазоносних регіонах України іноземними компаніями є недостатньо ефективним з огляду на відсутність у них детальної геолого-геофізичної інформації та досвіду роботи в Україні.

Правильна оцінка ризиків при оцінці вуглеводневих ресурсів нафтогазоперспективних об'єктів дозволяє уникнути прямих економічних і репутаційних втрат, а також погіршення ринкової капіталізації. Тому, для будь-якої компанії ефективна оцінка ризиків за всіма аспектами надрокористування є одним з ключових завдань.

Геологічні ризики мають в загальному переліку ГРР найбільші значення, оскільки вони стоять на початку процесу і можуть стати причиною виникнення подальших економічних, технологічних, екологічних, організаційних та інших ризиків.

Геологічні ризики безпосередньо характеризують невизначеності щодо наявності покладів вуглеводнів і, як наслідок, загальної оцінки ресурсної бази та, в подальшому, рентабельності проведення на них пошуково-розвідувальних робіт та розробки родовищ ВВ.

На прикладі Східного нафтогазоносного регіону України розроблено рекомендації на застосування методичних прийомів з визначення геологічних ризиків при розрахунку вуглеводневих ресурсів нафтогазоперспективних об'єктів, що дозволить підвищити достовірність оцінки ресурсної бази перспективних об'єктів в Східному нафтогазоносному регіоні України.

Методика дослідження

Авторами проаналізовано численні публікації, присвячені визначенню основних факторів геологічних ризиків та їх впливу на оцінку вуглеводневих *Проблеми та перспективи нафтогазової промисловості. 2019. Випуск 3*

ресурсів нафтогазоперспективних об'єктів (White, 1993; The CCOP Guidelines..., 2000; Rose, 2001; Попадюк, 2003; Aigbedion, Iyayi, Agbeboh, 2008; Фокин, 2011; Cunha, 2011; Mannini and et., 2012; Галкин, 2012; Харченко, Вакарчук, Кичка, 2016; Colson, 2016; Поляков, 2016; Керимов и др., 2017).

Проаналізовано особливості геологічної будови відкритих родовищ ВВ Східного нафтогазоносного регіону України із визначенням основних факторів, що впливають на наявність покладів нафти і газу.

При визначенні параметрів, які будуть використовуватися при оцінці ризиків, необхідно враховувати різні аспекти, які характеризують різноманітні фактори щодо оцінки ресурсного потенціалу – особливості геологічної будови (структурно-тектонічні особливості, історія геологічного розвитку, літолого-петрографічна характеристика тощо), ступінь вивченості та деякі інші.

Основні результати дослідження

Виходячи з проведеного аналізу застосування геологічних ризиків при оцінці ресурсної бази вуглеводнів в Україні та поза її межами визначені основні складові необхідні для існування покладу: наявність пастки, колектору, покришки та нафтогазоносності.

Стосовно ризику нафтогазоносності необхідно зазначити, що в багатьох компаніях для його оцінки аналізуються декілька факторів. Перший фактор це імовірність наявності термально зрілих нафтогазоматеринських порід такої товщини, площі, та концентрації органічної речовини, які можуть забезпечити достатню генерацію ВВ. Другий фактор це імовірність того, що відбувалася міграція ВВ (різними шляхами – по пластах-провідниках, тріщинах, розломах тощо) до місця існуючої пастки в обсягах, достатніх для її заповнення. Крім того розглядаються час міграції і формування пастки та умови збереження покладу в часі.

В той же час стосовно часу генерації, міграції і формування покладів в Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) окремі дослідники мають досить різні

думки, отже оцінка нафтогазоносності за цими показниками може виявитись досить суб'єктивною, особливо враховуючи складну будову басейну і широкий розвиток міграційних процесів. Тому, для оцінки вірогідності нафтогазоносності пропонується використовувати більш прямий показник - встановлені ознаки нафтогазоносності окремих комплексів і продуктивних горизонтів в межах нафтогазоносних районів, де умови генерації, міграції і акумуляції ВВ досить подібні.

Таким чином, виходячи з проведених досліджень цього питання по світовому досвіду і в Україні, та, враховуючи особливості геологічної будови і нафтогазоносності Східного нафтогазоносного регіону України, для оцінки перспективних об'єктів по вірогідності геологічного успіху, необхідними для врахування є наступні геологічні ознаки:

– *ризик існування пастки* – вірогідність того, що існує структурна чи інша форма, в якій може міститись поклад ВВ, достовірність виділення пастки за наявними геолого-геофізичними даними;

– *ризик існування колектора* – вірогідність того, що в прогнозній частині розрізу наявні породи, що мають достатню пористість, проникність та просторове розповсюдження щоб утримувати та віддавати в процесі розробки рухливі ВВ;

– *ризик існування покришки* – вірогідність того, що перспективні в нафтогазоносному відношенні відклади перебиваються породами непроникними для вуглеводнів, що прогнозуються, і здатними утримувати поклад;

– *ризик регіональної (зональної) нафтогазоносності* – вірогідність того, що в межах нафтогазоперспективного об'єкту наявні вуглеводні в конкретному продуктивному горизонті.

Серед зазначених геологічних ознак неможливо виділити більш важливу, у порівнянні з іншими, і, в зв'язку з цим, надати їй більшу вагу. Геологічні ознаки розглядаються як ланки одного ланцюга, для існування якого необхідні всі складові, і якщо одна з ланок відсутня, нема і ланцюга в цілому. За аналогією: *Проблеми та перспективи нафтогазової промисловості. 2019. Випуск 3*

якщо яка-небудь геологічна ознака відсутня, пастка буде або відсутня або не буде містити поклад.

Для визначення вірогідності існування кожної з геологічних ознак необхідно дати оцінку ступеня впевненості в її наявності як в якісному виразі (позначається як мала, проблематична, нейтральна, сприятлива або висока), так і кількісному.

Послідовне перемноження вірогідностей наявності всіх геологічних ознак дає загальну можливість геологічного успіху для підготовленого до буріння об'єкту.

Для кожної геологічної ознаки за п'ятьма категоріями з відповідними коефіцієнтами вірогідності наведено загальну характеристику геологічних ознак (табл. 1). Наведені коефіцієнти вірогідності в випадку неоднозначності інформації, або у разі сумнівів, можуть мати проміжні значення (наприклад 0,8, 0,85, 0,6...).

Визначень, наведених в таблиці 1 стосовно існування колектора, покритишки та нафтогазоносності, достатньо для встановлення значень ризику, але стосовно існування пастки ситуація дещо складніша. Це пов'язано з тим, що надійність визначення пастки за даними сейсмозв'язки залежить від типу пастки, амплітуди, ускладненості порушеннями та ін. Тому, для більш впевненого і уніфікованого визначення коефіцієнтів ризику було розроблено залежності цього коефіцієнта від основних характеристик пастки, що прогнозується. Крім типу пастки було виконано диференціацію в залежності від глибини залягання об'єкта, який прогнозується, його амплітуди та кількості ускладнюючих тектонічних порушень та їх типу (табл. 2).

На основі наведених в таблицях 1-2 визначень для всіх прогнозних об'єктів для кожної геологічної ознаки встановлюються коефіцієнти вірогідності. Для визначення вірогідності існування колекторів, наводиться, в першу чергу, аналіз результатів параметричного аналізу, якщо він проводився, а також результати досліджень відповідних горизонтів на сусідніх площах і родовищах: описи керна, аналізи петрофізичних властивостей, отриманих припливів ВВ і води та *Проблеми та перспективи нафтогазової промисловості. 2019. Випуск 3*

регіональні закономірності розповсюдження порід колекторів.

Коефіцієнт вірогідності існування покришок приймається в залежності від їх товщини, особливостей літологічного складу та витриманості по площі.

Для обґрунтування нафтогазоносності пасток ВВ окремих продуктивних горизонтів використовуються дані по родовищах в межах нафтогазоносних районів, де розташовані нафтогазоперспективні площі, а також, за необхідності, залучаються дані по сусідніх нафтогазоносних районах.

Також при застосуванні ризиків необхідно враховувати методологію кількісної оцінки ресурсної бази, щоб уникнути подвійного оцінювання окремих параметрів нафтогазоносності. Зокрема, коефіцієнт заповнення пастки з певним припущенням можна вважати аналогом ризику існування пастки. Виділення в якості потенційних пасток ВВ не всієї перспективної частини осадового розрізу, а тільки окремих продуктивних горизонтів, де можна очікувати наявність нафтогазонасичених порід колекторів, є певною мірою аналогом ризику існування колектора та ризику регіональної (зональної) нафтогазоносності продуктивних горизонтів.

Неврахування зазначених особливостей може привести до того, що по суті один і той же фактор геологічного ризику буде оцінюватися двічі, що відповідно підвищить сумарний геологічний ризик і знизить оцінку ресурсної бази ВВ нафтогазоперспективних об'єктів.

Висновки

При оцінці перспектив нафтогазоносності локальних об'єктів важливе місце належить вірній оцінці геологічних ризиків, які характеризують невизначеність геологічної моделі нафтогазоперспективного об'єкта і не залежать від абсолютної величини оцінюваних ресурсів.

Досвід проведених досліджень з цього питання світовими нафтогазовидобувними компаніями, в т.ч. і в Україні, та особливості геологічної будови і нафтогазоносності Східного нафтогазоносного регіону України свідчать, що найбільш прийнятними є наступні геологічні ризики:

Проблеми та перспективи нафтогазової промисловості. 2019. Випуск 3

- ризик існування пастки;
- ризик існування колектора;
- ризик існування покришки;
- ризик регіональної (зональної) нафтогазоносності.

Для кожної геологічної ознаки дана оцінка ступеня її впевненості (виражена в частках одиниці) в існуванні необхідних геологічних умов прогнозного нафтогазоперспективного об'єкта. Для кожної геологічної ознаки обґрунтовується градація її вірогідності з відповідними коефіцієнтами. Найбільш оптимальним вважаємо для геологічних ознак градацію вірогідності з п'яти категорій – від 0,1 до 0,9 із шагом між категоріями 0,2. У випадку неоднозначності інформації, або у разі сумнівів можуть бути проміжні значення вірогідності (наприклад 0,8, 0,6, тощо).

Загальний геологічний ризик для нафтогазоперспективного об'єкта визначається як добуток факторів ризику окремих категорій (наявність покришки, колектора, тощо). Послідовне перемноження вірогідностей наявності всіх геологічних ознак дає в результаті число (в частках одиниці) еквівалентне імовірності наявності скупчення вуглеводнів для підготовленої до буріння пастки.

Таблиця 1. Характеристика геологічних ризиків
Table. 1. Characteristics of geological risks

Категорія	Значення	Існування пастки	Існування колектора	Існування покришки	Регіональна (зональна) нафтогазоносність
		Вірогідність того, що існує структурна форма, яка може вміщувати поклад	Вірогідність наявності колектора з достатньою пористістю, проникністю та просторовим поширенням	Вірогідність того що флюїдоупор непроникний для вуглеводнів, що прогножуються	Вірогідність того, що горизонт містить вуглеводні
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	0,9	Обґрунтовано безперечно пастку за результатами 3D сейсмічних досліджень	Колектор наявний на сусідніх ділянках і впевнено обґрунтовано його існування на перспективній структурі <i>(регіонально-зонально розповсюджені, підтвердження параметричним аналізом)</i>	Покришки наявні на сусідніх ділянках і впевнено обґрунтовано їх існування на перспективній структурі	Нафтогазоносність комплексу підтверджена в межах нафтогазоносного району (НГР), де розташована перспективна структура
2	0,7	Висока впевненість наявності пастки, контури якої окреслені за даними сейсморозвідки (3D, щільна сітка профілів 2 D)	Колектор наявний на сусідніх ділянках і є підстави його існування на перспективній структурі	Покришки наявні на сусідніх ділянках і є підстави їх існування на перспективній структурі	Нафтогазоносність комплексу підтверджена в межах НГР, сусіднього з НГР, де розташована перспективна структура
3	0,5	Середня впевненість наявності пастки, контур пастки видимий, проте окреслений невпевнено <i>(ізогіпси невпевненого положення)</i>	Колектор наявний на окремих сусідніх ділянках і імовірно його існування на перспективній структурі	Покришки наявні на окремих сусідніх ділянках і можливе їх існування на перспективній структурі	Нафтогазоносність комплексу підтверджена в межах нафтогазоносної області
4	0,3	Низька впевненість існування пастки, яка проявляється за сейсмічними даними, проте не окреслена <i>(наприклад структурний нос, роздув між ізогіпсами)</i>	Колектор відсутній на сусідніх ділянках, проте імовірно його існування на перспективній структурі <i>(літофаціальний аналіз, колектор наявний в осадовому басейні)</i>	Покришки відсутні на сусідніх ділянках, проте існує їх імовірність на перспективній структурі	Нафтогазоносність комплексу не доведена в межах нафтогазоносної області, проте імовірна
5	0,1	Відсутні пасткові умови за сейсмічними або іншими даними	Колектор відсутній на сусідніх ділянках і відсутні підстави для його прогнозування на перспективній структурі	Покришки відсутні на сусідніх ділянках і відсутні підстави для її наявності на перспективній структурі	Нафтогазоносність комплексу не доведена в межах нафтогазоносної області, і відсутні підстави для її прогнозування

Таблиця 2. Ризик існування пастки в залежності від її характеристик
Table 2. The risk of the existence of a trap, depending on its characteristics

Тип пастки	Амплітуда	Вірогідність	Ускладнені додатковими порушеннями		Амплітуда	Вірогідність	Ускладнені додатковими порушеннями	
			1-2 порушення	≥ 3 порушень			1-2 порушення	≥ 3 порушень
	глибина до 2,5 км				глибина > 2,5 км			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Склепінні	> 50м	0,9	0,85	0,8	> 75м	0,9	0,85	0,8
	15-50м	0,85	0,8	0,75	25-75м	0,85	0,8	0,75
	≤ 15м	0,8	0,75	0,7	≤ 25м	0,8	0,75	0,7
Органогенні	> 30м	0,9	0,85	0,8	> 50м	0,9	0,85	0,8
	15-30м	0,85	0,8	0,75	25-50м	0,85	0,8	0,75
	≤ 15м	0,8	0,75	0,7	≤ 25м	0,8	0,75	0,7
Масивні в фундаменті (товщина зони розуцільнення)	> 50м	0,85	0,8	0,75	> 75м	0,85	0,8	0,75
	15-50м	0,8	0,75	0,7	25-75м	0,8	0,75	0,7
	≤ 15м	0,75	0,7	0,65	≤ 25м	0,75	0,7	0,65
Тектонічно екрановані *	> 15м	0,85	0,8	0,75	> 25м	0,85	0,8	0,75
	≤ 15м	0,75	0,7	0,65	≤ 25м	0,75	0,7	0,65
Літологічно екрановані	> 15м	0,85	0,8	0,75	> 25м	0,85	0,8	0,75
	≤ 15м	0,75	0,7	0,65	≤ 25м	0,75	0,7	0,65

Додатково: Склепінні, тектонічно екрановані:
 – у випадку літологічного обмеження – зменшення на 0,05.

Список літератури

1. Галкин С.В. Методология учета геологических рисков на этапе поисков и разведки нефтяных месторождений / С.В. Галкин // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2012. – № 4. – С. 23-32.
2. Керимов В.Ю. Оценка геологических рисков при поисках и разведке месторождений углеводородов / В.Ю. Керимов, А.В. Бондарев, Р.Н. Мустаев, В.Н. Хоштария // Нефтяное хозяйство. – № 8. – 2017. – С. 36-41.
3. Поляков А.А. Системный подход к анализу и снижению риска при поисках и разведке месторождений нефти и газа / А.А. Поляков // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2016. – Т. 11. – № 1. – 22 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа [www. URL: http://ngtp.ru/rub/3/3_2016.pdf](http://ngtp.ru/rub/3/3_2016.pdf)
4. Попадюк І. Теоретичні основи оцінювання геологічних ризиків у нафтовій справі за світовими стандартами / І. Попадюк // Нафтова і газова промисловість. – 2003. – № 4. – С. 9-15.
5. Харченко М.В. Досвід оцінки геологічних ризиків при оцінці ресурсної бази нафтогазоперспективних об'єктів / М.В. Харченко, С.Г. Вакарчук, О.А. Кичка // Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Матеріали Третьої науково-практичної конференції (4–7 жовтня 2016 р., м. Трускавець). Державна комісія України по запасах корисних копалин (ДКЗ). – К.: ДКЗ, 2016. – С. 243-246.
6. Фокин А. Риски и неопределенности в геологоразведочном процессе. 2011. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2014/09/05_TNK-VP_Managing_Exploration_Risks.pdf
7. Aigbedion I., Iyayi S.E., Agbeboh G.U. 2008. Prospect assessment and risk analysis: Example from Niger Delta, Nigeria Basin. International Journal of Physical Sciences. December. Vol. 3 (12). P. 293-298.
8. Colson T. 2016. Fault Seal Analysis: Constraining Fault Seal Risk Using Seismic Velocities. AAPG Search and Discovery Article #41789. Posted April 11. 15 p.
9. Cunha A. 2011. Economic and Risk Analysis Applied to Petroleum Engineering. Recent Developments and Application Examples. SPE Distinguished Lecture Program presentation. 36 p.
10. Mannini A., Rawstron P., Chai S.N., Spedding A. 2012. De-Risking a Gas Development Using Geophysical Methods. AAPG Search and Discovery Article #41086. Posted November 30. 2012. 16 p.
11. Rose P.R. 2001. Risk Analysis and Management of petroleum exploration Ventures. AAPG Methods in Exploration Series. No. 12. – P. 172.
12. The CCOP Guidelines for Risk Assessment of Petroleum Prospects, 2000. [Электронный ресурс] – Режим доступа [www. URL: http://www.geosint.com/images/stories/geointelligence/technical/modeling/NORAD_RiskA.pdf](http://www.geosint.com/images/stories/geointelligence/technical/modeling/NORAD_RiskA.pdf)
13. White D.A. 1993. Geologic risking guide for prospects and plays: AAPG Bulletin. v 77. P. 2048-2061.

References

1. Galkin S.V. 2012. Methodology of accounting for geological risks at the stage of exploration and exploration of oil fields. Bulletin PNRPU. Geology. Oil and gas and mining. № 4. P. 23-32.
2. Kerimov V.Y., Bondarev A.V., MustaeV R.N., Hoshtaria V.N. 2017. Estimation of geological risks in searches and exploration of hydrocarbon deposits. «Oil industry». № 8. P. 36-41.
3. Poliakov A.A. 2016. Systemic approach to the analysis and reduction of risk in the search and exploration of oil and gas fields. Oil and gas geology. Theory and practice. T.11. №1. 22 p. [www. URL: http://ngtp.ru/rub/3/3_2016.pdf](http://ngtp.ru/rub/3/3_2016.pdf)
4. Popadiuk I. 2003. Theoretical bases for assessing geological risks in the oil industry according to world standards. Oil and gas industry. № 4. P. 9-15.
5. Kharchenko M.V., Vakarchuk S.G., Kitchka O.A. Accounting for geological risks practice while evaluating resource base of hydrocarbon prospects. Usage in Ukraine. Prospects for investing.

- Materials of the Third Scientific and Practical Conference (October 4-7. 2016. Truskavets). State commission of Ukraine on mineral resources (SCMR). K. SCMR. 2016. P. 243-246.
6. Fokin A. 2011. Managing Exploration Risks & Uncertainties. https://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2014/09/05_TNK-BP_Managing_Exploration_Risks.pdf
 7. Aigbedion I., Iyayi S.E., Agbeboh G.U. 2008. Prospect assessment and risk analysis: Example from Niger Delta, Nigeria Basin. *International Journal of Physical Sciences*. December. Vol. 3 (12). P. 293-298.
 8. Colson T. 2016. Fault Seal Analysis: Constraining Fault Seal Risk Using Seismic Velocities. AAPG Search and Discovery Article #41789. Posted April 11. 15 p.
 9. Cunha A. 2011. Economic and Risk Analysis Applied to Petroleum Engineering. Recent Developments and Application Examples. SPE Distinguished Lecture Program presentation. 36 p.
 10. Mannini A., Rawstron P., Chai S.N., Spedding A. 2012. De-Risking a Gas Development Using Geophysical Methods. AAPG Search and Discovery Article #41086. Posted November 30. 2012. 16 p.
 11. Rose P.R. 2001. Risk Analysis and Management of petroleum exploration Ventures. AAPG Methods in Exploration Series. No. 12. P. 172.
 12. The CCOP Guidelines for Risk Assessment of Petroleum Prospects. 2000. www. URL: http://www.geosint.com/images/stories/geointelligence/technical/modeling/NORAD_RiskA.pdf
 13. White D.A. 1993. Geologic risking guide for prospects and plays: AAPG Bulletin. v 77. P. 2048-2061.