

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Поступила в редакцию 22.09.2025 г.

Принята к публикации 28.11.2025 г.

EDN: ИКУУО

УДК 550.8.028:553.98:001.891.57

Поляков А.А.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, more76@rambler.ru

Колосков В.Н.

ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», Москва, Россия, Vasily.Koloskov@lukoil.com

КОНВЕРГЕНТНАЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Рассмотрена природа неопределенности моделей геологических объектов при проведении региональных исследований и подготовке объектов к поисковому бурению на нефть и газ. Показано, что неопределенность имеет различную природу, связанную с недостаточной степенью изученности, вариативностью характеристик геологических объектов и конвергенцией - проявлением сходных признаков, сформировавшихся в результате разных процессов. Приведены методы преодоления конвергентной неопределенности при проведении геологоразведочных работ на нефть и газ.

Ключевые слова: конвергентная неопределенность, модель геологического объекта, геологоразведочные работы на нефть и газ.

Для цитирования: Поляков А.А., Колосков В.Н. Конвергентная неопределенность и возможности ее преодоления // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2025. - Т.20. - №4. - https://www.ngtp.ru/rub/2025/45_2025.html EDN: ИКУУО

Введение

Настоящая работа подготовлена в результате осмысления возможностей снижения неопределенности и риска, сопровождающих в нефтегазовой геологии интерпретацию материалов региональных работ и подготовку объектов к поисковому бурению. Специфика исследований такова, что **неопределенность любых геологических моделей объективна** и является следствием недостатка информации о геологических элементах (природные резервуары, структурная формы, нефтегазоматеринские толщи и др.), процессах и событиях, сопровождающих формирование, переформирование и разрушение - онтогенез залежей нефти и газа.

Если неопределенность объективна сущностной характеристикой геологических систем, то риск – формой ее проявления. Обобщенной, универсальной зависимости между риском и неопределенностью не существует, эти термины не являются синонимами [Роуз, 2011]. Иногда высокорисковый поисковый объект с ограниченным ресурсным потенциалом может характеризоваться гораздо меньшей неопределенностью, нежели выявленное месторождение углеводородов с широким диапазоном возможных значений подсчетных параметров. Тем не менее при изучении конкретного геологического объекта прямая

зависимость риска от неопределенности совершенно естественна [Поляков, 2016]. Значит, для снижения риска геологоразведочных работ необходимо понимать природу неопределенности и возможности ее преодоления.

Природа неопределенности

Изучению понятия **неопределенность**, в том числе вопросам неопределенности геологических моделей месторождений нефти и газа, посвящены работы Ю.П. Ампилова, Я.Д. Вишнякова, Г.А. Габриэлянца, Т.Ф. Дьяконовой, Н.Б. Ермасовой, Р.М. Качалова, Э.С. Закирова, М.Г. Латышевой, В.И. Пороскуна, Н.Н. Радаева, В.А. Саркисова, А.Я. Фурсова, А.С. Шапкина и многих других. Результаты их исследований, дополненные разработками зарубежных ученых (Е.С. Capen, О. Dubrule, G.E. McMaster, R.E. Megill, J. Meisner, P. Rose и др.), легли в основу современного, практического её понимания.

Под неопределенностью понимается недостаток знаний о текущих событиях или о будущих возможностях [Экономика. Толковый словарь, 2000]. Она **принципиально неустранима** из-за всеобщей связи всех объектов реального мира и бесконечности их развития [Качалов, 2002], интерференции разноранговых процессов [Хаин, Рябухин, 1997].

Неполнота и неточность информации о геологических объектах и процессах приводит к неопределенности различного генезиса.

Изученность. Хорошо известна и понятна неопределенность, связанная с недостаточной изученностью территории геолого-геофизическими методами (рис. 1), снижение которой, вообще-то говоря, является основной задачей от стадии к стадии геологоразведочного процесса на нефть и газ. Ее причина – «логический скачок» – преобразование исходного нерегулярного, дискретного информационного пространства в полноопределенное [Виноградов, 1990] – **при различной и часто недостаточной** степени изученности территории геолого-геофизическими методами. Методы преодоления указанной неопределенности рассмотрены и формализованы¹ совместно с вопросами этапности геологоразведочного процесса, еще начиная с работ В.М. Крейтера.

Вариативность. Установленный факт подчинения распределения характеристик изучаемых объектов стохастическим законам «... имеет большое практическое и теоретическое значение, поскольку свидетельствует о вероятностном характере геологических явлений» [Дементьев и др., 1977]. Наиболее эффективными методами описания нефтегазогеологических объектов признаны вероятностно-статистические, позволяющие судить **о возможном диапазоне изменения характеристик и их вероятности**

¹ Приложение 1 к Приказу МПР РФ от 7 февраля 2001 г. №126. «Временное положение об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ».

(рис. 2), при этом не только свойства таких объектов, но и само их существование в точках, не охарактеризованных скважинами, следует рассматривать только **как возможность в условиях неопределенности**. И наконец, в дополнение к изложенному обращает внимание на неопределенность иной природы – связанную с **конвергенцией** – проявлением сходных признаков объекта исследований, сформировавшихся в результате разных процессов.

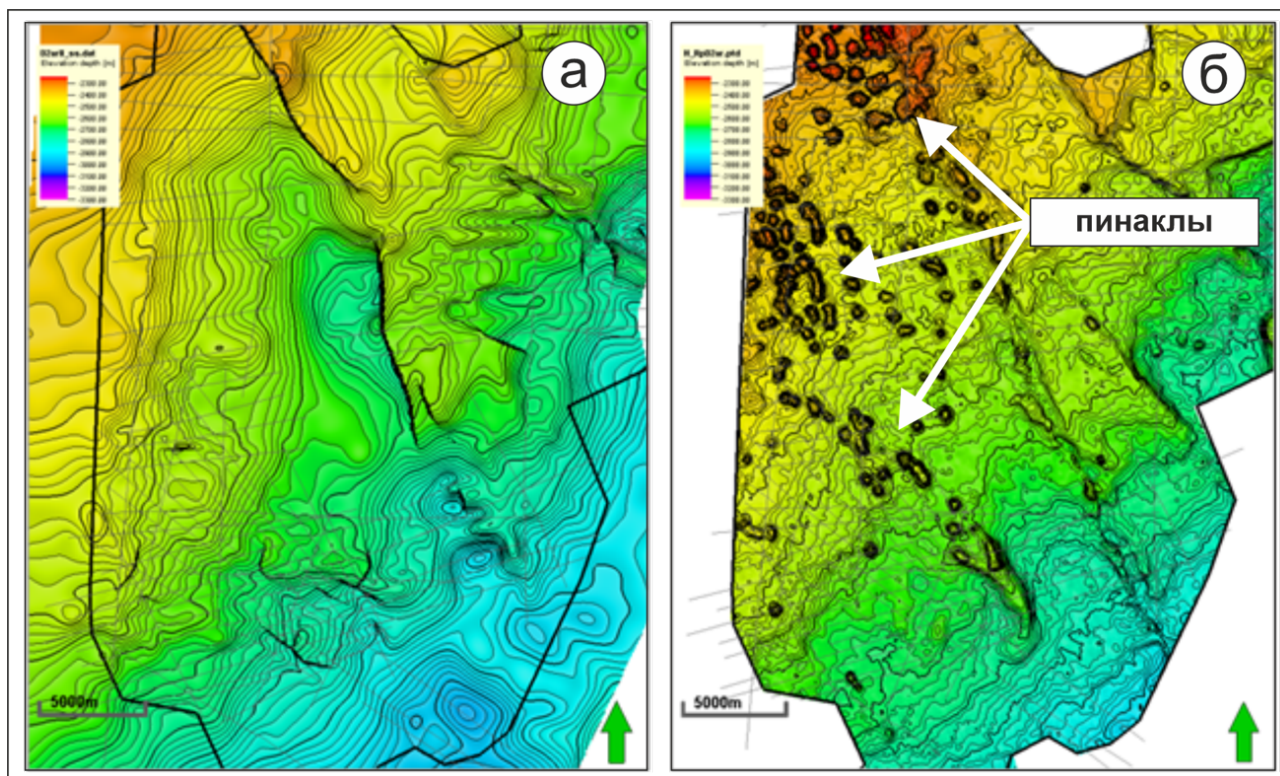


Рис. 1. Уточнение структурного плана продуктивных пластов по мере увеличения сейсмической изученности, 2D (а) vs 3D (б), Волгоградское Поволжье

Конвергентная неопределенность

Понятие **конвергентной неопределенности** в отечественной геологии, по-видимому, введено в 60-х гг. прошлого века д. г.-м. н. Г.Л. Пospelовым: «Если некоторый набор характерных генетических признаков явления (типовых свойств, взаимосвязей и т. д.) оказывается конвергентным по отношению к двум или нескольким генетическим процессам, то генетическое решение вопроса в пределах данного набора становится принципиально неопределённым» [Пospelов, 1963].

Указанное понятие развито в работах чл.-корр. РАН А.А. Сидорова в части рудноформационного анализа, а также нашло свое новое толкование в работах по палеоботанике и стратиграфии д. г.-м. н. С.В. Мейена, сформулировавшего принцип мероно-таксономического несоответствия, согласно которому нельзя поставить во взаимно однозначное соответствие таксоны и мероны, поскольку у разных представителей одного

таксона мерономический состав может быть неодинаковым: один и тот же мерон может быть не только у данного таксона, но и у других, поэтому границы взятых по отдельности таксонов и меронов несовместимы [Васильев, Васильева, 2009].

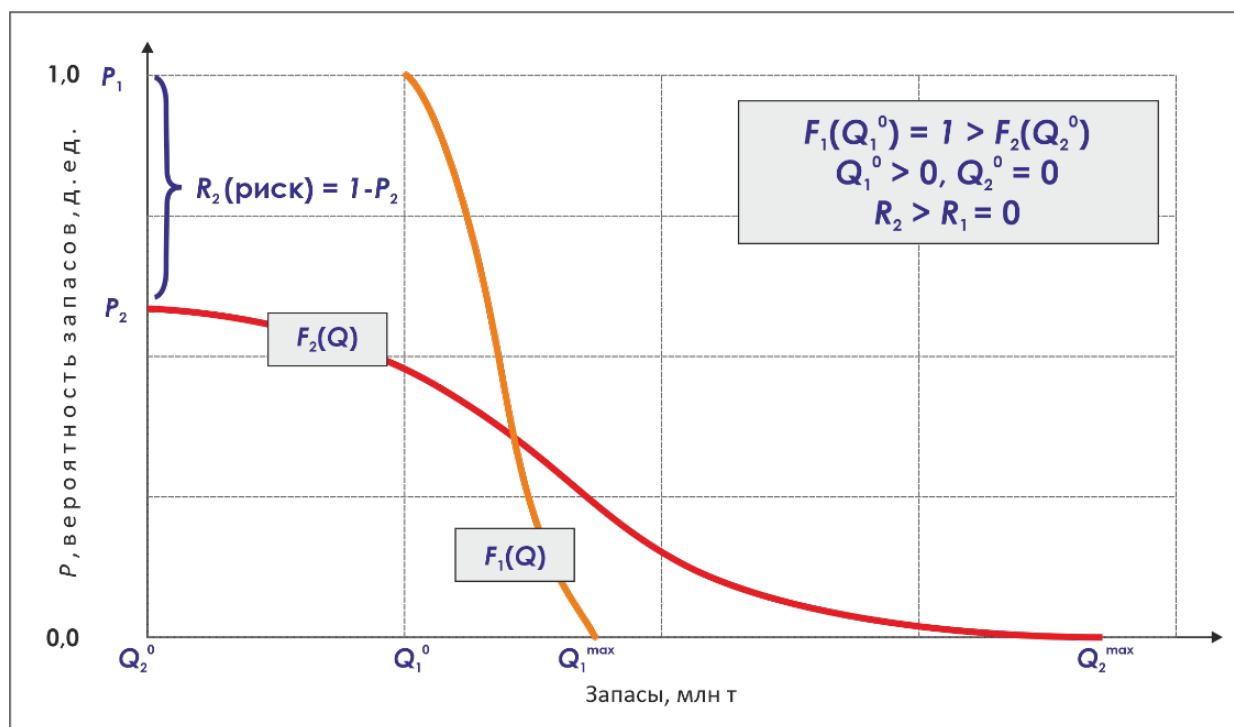


Рис. 2. Примеры графиков функции распределения гарантированных запасов для выявленного месторождения ($F_1(Q)$) и поискового объекта ($F_2(Q)$), который показывает вероятность того, что запасы по своей величине окажутся не менее Q_n^0

Отображающая функция кривая проходит через точку $P_1 = 1$ при запасах Q_1^0 , совпадающих с минимальным значением ожидаемых запасов месторождения, и через точку $P = 0$ для максимальной оценки запасов - Q_1^{\max} . Если для изучаемого объекта нефтегазоносность не установлена, существует не равная нулю вероятность того, что геологоразведочные работы приведут к неудаче. В этом случае кривая проходит через точку $P_2 < 1$ при $Q_2^0 = 0$, а значение $R_2 = 1 - P_2$ представляет собой количественную оценку геологического риска.

Важным следствием конвергентной неопределенности является знакомая ситуация, когда «... сторонники противоположных гипотез об одном и том же объекте истолковывают в свою пользу одни и те же факты, которые допускают различные объяснения» [Назаров, 1982]. Примеры дискуссий такого рода хорошо известны: от ожесточенной борьбы нептунистов и плутонистов в конце XVIII – начале XIX веков до близких историй открытия девонской нефти Башкирии академиком А.А. Трофимуком и мегионской нефти Западной Сибири Ф.К. Салмановым – **в условиях чрезвычайного научного противостояния** и одного и того же фактического материала.

Проходят они и в настоящее время, особенно - на региональном этапе изучения перспективных территорий (рис. 3). Здесь приведены лишь некоторые примеры, подобных вопросов возникало и возникает множество, и **не все они решены окончательно**.

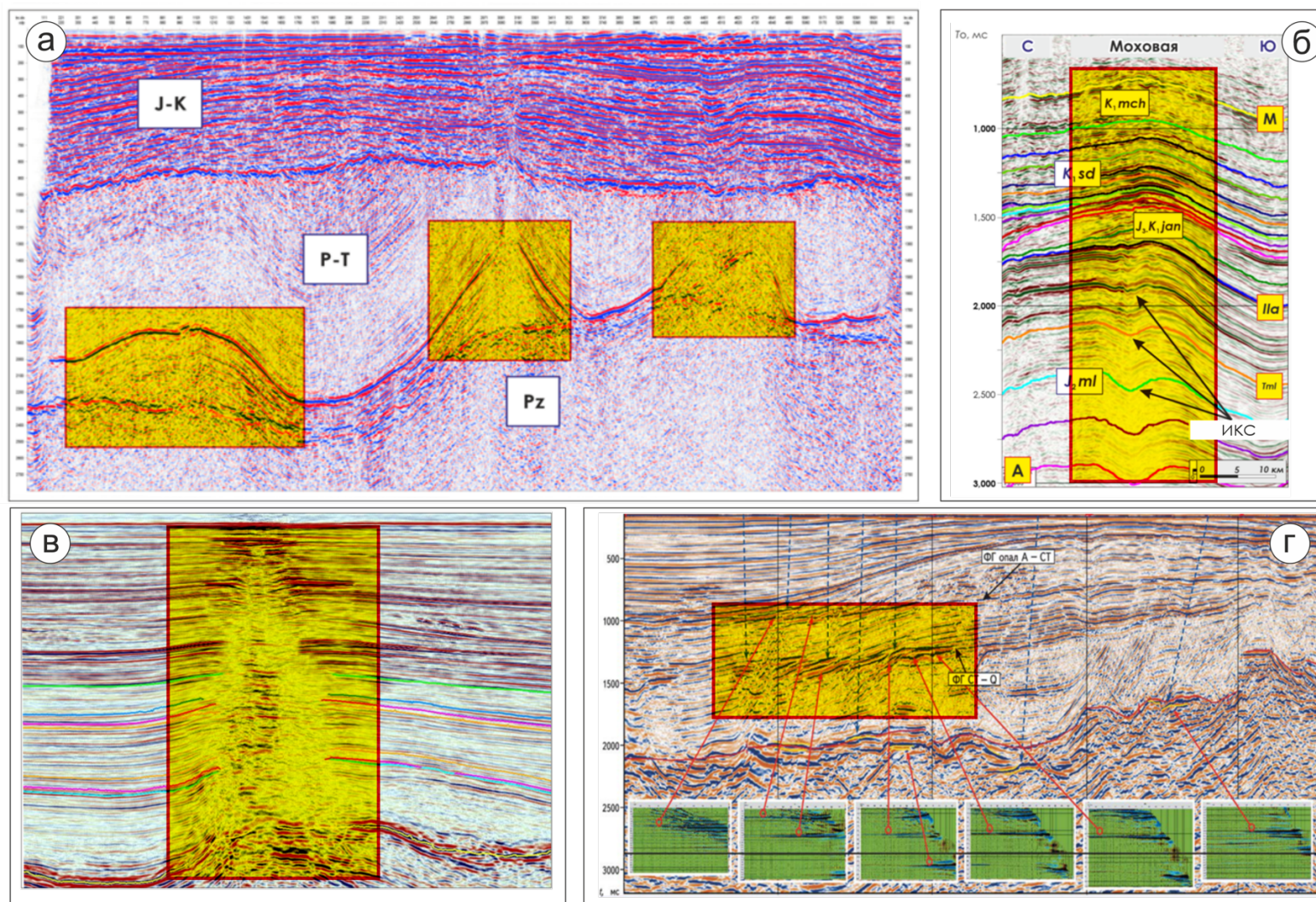


Рис. 3. Примеры конвергентной неопределенности

а) Полдневско-Бузачинская система поднятий, соляные (непрорванные) купола или органогенные постройки; б) дисгармоничные поднятия севера Западной Сибири и Таймыра. Инверсионные структуры или скоростные аномалии; в) Охотское море, углеводородные сипы - индикатор продуктивности или признак разрушения залежи; г) Охотское море, AVO-аномалии связаны с залежами углеводородов или катагенетическими границами диатомит/опока [Рыбак-Франко и др., 2011].

Следует отметить, что конвергентная неопределенность если и не полностью противоречит теоретическим предпосылкам метода аналогии, то существенно снижает достоверность выводов о сходстве причин по сходству следствий, компрометируя таким образом и принцип актуализма – краеугольный камень методологии геологической науки [Зубков, 1979].

Возможности преодоления конвергентной неопределенности, по мнению авторов, заключаются в **расширении определяемых признаков объектов исследований** – иными словами – в **совершенствовании методологии познавательного процесса** по крайней мере в следующих трех аспектах:

1. **Системный подход** к рассмотрению скоплений нефти и газа, определяющий принципы, методы и последовательность изучения геологических элементов, процессов и событий и подразумевающий снижение неопределенности при интеграции геологических знаний в процессе построения прогнозных моделей, обобщающих фактологические данные, онтогенетические и историко-геологические построения [Поляков, 2019];

2. **«Адресное» комплексирование** геолого-геофизических и геохимических методов, направленное на каждой стадии геологоразведочного процесса, на снижение конкретных неопределенностей (рисков), характерных для некоторых типов перспективных объектов, месторождений и залежей углеводородов [Поляков и др., 2023]. При этом решаются не только конкретные задачи геологоразведки, но и уточняются базовые критерии нефтегазоносности региона исследований [Ступакова и др., 2023], определяющие формирование и размещение месторождений нефти и газа.

3. И последнее, **но не менее значимое**. В основе познавательного процесса, помимо известных историко-геологических принципов, должен лежать общенаучный принцип Чемберлина (рис. 4) – **принцип множественных рабочих гипотез** - основанных на едином фактическом материале, но отражающих различные точки зрения на геологическое строение и нефтегазоносность территории исследований. «Интеллектуальный прогресс в науке проходит три стадии... Первая – господство теории, вторая – постановка рабочей гипотезы, третья – применение метода множественных рабочих гипотез» (Т. Chamberlin, 1965 г.) цит. по: [Веннер, Уэллс, 2011].

Конечно же, на практике, при проведении геологоразведочных работ, необходимо ориентироваться на наиболее вероятную и непротиворечивую рабочую гипотезу, однако использование принципа Чемберлина помогает оставаться открытыми для новых фактов, опровергающих одну гипотезу, но подтверждающих другую из числа имеющихся у нас, **отделять фактический материал от результатов его субъективной интерпретации**, целенаправленно искать подтверждения или опровержения имеющихся рабочих гипотез.



Рис. 4. Возможности преодоления конвергентной неопределенности. Принцип Чемберлина

Заключение

Итак, в основе преодоления конвергентной неопределенности, по мнению авторов, лежит выражение французского геолога Ж. Гогеля: «залогом прогресса геологии будет такое положение, при котором гипотезы, даже наиболее популярные, постоянно подвергаются критическому рассмотрению, и их выводы ставятся под сомнение. Гораздо хуже дать какому-либо явлению ложное объяснение, не позволяющее искать других объяснений и заводящее нас в тупик, чем отвергнуть это объяснение, и признать свое незнание. Надо уметь сознавать свое незнание» [Гогель, 1969]. Отсюда следуют и направления преодоления отмеченной неопределенности при проведении геологоразведочных работ на нефть и газ – **множественные рабочие гипотезы, системный подход, адресное комплексирование.**

Литература

- Васильев А.Г., Васильева И.А. Гомологическая изменчивость морфологических структур и эпигенетическая дивергенция таксонов: Основы популяционной мерономии. - М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. - 511 с. EDN: [OKSREJ](#)
- Веннер А., Уэллс П. Анатомия научного противостояния. Есть ли «язык» у пчел? / Пер. с англ. Е. Н. Панова. - М.: Языки славянских культур, 2011. - 488 с. EDN: [UGNRSP](#)
- Виноградов А.М. О признаках упорядоченности геополей при изучении структуры геологических тел // Известия вузов. Геология и разведка. - 1990. - № 10. - С. 45-53.
- Гогель Ж. Основы тектоники. - М.: Мир, 1969. - 440 с.

Дементьев Л.Ф. Системные исследования в нефтегазовой геологии. - М.: Недра, 1988. - 203 с.

Зубков И.Ф. Проблема геологической формы движения материи. - М.: Наука, 1979. - 237 с.

Качалов Р.М. Управление хозяйственным риском. - М.: Наука, 2002. - 192 с. EDN: [RPNWVB](#)

Назаров И.В. Методология геологического исследования. - Новосибирск: Наука, 1982. - 176 с.

Поляков А.А. Системный подход к анализу и снижению риска при поисках и разведке месторождений нефти и газа // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2016. - Т.11. - №1. - http://www.ngtp.ru/rub/3/3_2016.pdf DOI: [10.17353/2070-5379/3_2016](https://doi.org/10.17353/2070-5379/3_2016)

Поляков А. А. Системный подход к анализу и снижению риска при поисках и разведке месторождений нефти и газа. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019. - 184 с. EDN: [VCOUSP](#)

Поляков А.А., Ступакова А.В., Малышев Н.А., Сауткин Р.С., Вержбицкий В.Е., Комиссаров Д.К., Осипов С.В. Комплексирование методов геологоразведочных работ для решения задач поиска и разведки нефти и газа // Георесурсы. - 2023. - 25(4). - С. 240-251.

Поспелов Г.Л. О проблеме конвергенции в петрографии и геологии // Проблемы магм и генезиса изверженных горных пород. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 264 с.

Роуз Питер Р. Анализ рисков и управление нефтегазопроисковыми проектами. - М.-Ижевск: Изд-во «Институт компьютерных исследований», 2011. - 304 с.

Рыбак-Франко Ю.В., Войкова С.И., Литвинова А.В. Изучение особенностей строения кремнисто-терригенных толщ Охотоморского региона по сейсмическим данным // Геология нефти и газа. - 2011. - №6. - С. 152-158. EDN: [OKCJUT](#)

Ступакова А.В., Поляков А.А., Малышев Н.А., Сауткин Р.С., Вержбицкий В.Е., Комиссаров Д.К., Волянская В.В., Осипов С.В., Большакова М.А., Сулова А.А., Калмыков А.Г., Ситар К.А., Воронин М.Е., Карпушин М.Ю., Мордасова А.В., Коробова Н.И. Критерии нефтегазоносности осадочного бассейна // Георесурсы. - 2023. - 25(2). - С.5-21. DOI: [10.18599/grs.2023.2.1](https://doi.org/10.18599/grs.2023.2.1)

Хаин В.Е., Рябухин А.Г. История и методология геологических наук: Учебник. - М.: Изд-во МГУ, 1997. - 224 с.

Экономика: Толковый словарь / Общая редакция: д.э.н. И.М. Осадчая. - М.: «ИНФРА-М», Издательство «Весь Мир», 2000. - 829 с.

Polyakov A.A.

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, more76@rambler.ru

Koloskov V.N.

LUKOIL-Engineering Company, Moscow, Russia, Vasily.Koloskov@lukoil.com

CONVERGENT UNCERTAINTY AND POSSIBLE SOLUTIONS

The paper examines the nature of uncertainty in models of geological objects during regional studies and the preparation of objects for exploration drilling for oil and gas. It is shown that uncertainty has different origins, such as insufficient knowledge, variability in the characteristics of the geological objects being studied, and convergence, which refers to the occurrence of similar features resulting from different processes. The paper also discusses methods for overcoming convergence uncertainty during geological oil and gas exploration activity.

Keywords: convergent uncertainty, geological object model, oil and gas exploration activity.

For citation: Polyakov A.A., Koloskov V.N. Konvergentnaya neopredelennost' i vozmozhnosti ee preodoleniya [Convergent uncertainty and possible solutions]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 2025, vol. 20, no. 4, available at: https://www.ngtp.ru/rub/2025/45_2025.html EDN: IIKUUO

References

Dement'ev L.F. *Sistemnye issledovaniya v neftegazovoy geologii* [System research in oil and gas geology]. Moscow: Nedra, 1988, 203 p. (In Russ.).

Ekonomika: Tolkovyy slovar' [Economics: an explanatory dictionary]. Ed. I.M. Osadchaya. Moscow: «INFRA-M», Izdatel'stvo «Ves' Mir», 2000, 829 p. (In Russ.).

Gogel' Zh. *Osnovy tektoniki* [Fundamentals of tectonics]. Moscow: Mir, 1969, 440 p.

Kachalov R.M. *Upravlenie khozyaystvennym riskom* [Economic risk management]. Moscow: Nauka, 2002, 192 p. (In Russ.). EDN: [RPNWVB](#)

Khain V.E., Ryabukhin A.G. *Istoriya i metodologiya geologicheskikh nauk: Uchebnik* [History and methodology of geological sciences: Textbook]. Moscow: Izd-vo MGU, 1997, 224 p. (In Russ.).

Nazarov I.V. *Methodology of geological research* [Methodology of geological research]. Novosibirsk: Nauka, 1982, 176 p. (In Russ.).

Polyakov A.A. Sistemnyy podkhod k analizu i snizheniyu riska pri poiskakh i razvedke mestorozhdeniy nefti i gaza [Systematic approach to the risk reduction analysis during prospecting and exploration activity of oil and gas fields]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 2016, vol. 11, no. 1, available at: http://www.ngtp.ru/rub/3/3_2016.pdf (In Russ.). DOI: [10.17353/2070-5379/3_2016](https://doi.org/10.17353/2070-5379/3_2016)

Polyakov A.A. *Sistemnyy podkhod k analizu i snizheniyu riska pri poiskakh i razvedke mestorozhdeniy nefti i gaza* [A systematic approach to the analysis and reduction of risk in the search and exploration of oil and gas fields]. Izd. 2-e, dop. i pererab. Moscow-Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2019, 184 p. (In Russ.). EDN: [VCOUSP](#)

Polyakov A.A., Stupakova A.V., Malyshev N.A., Sautkin R.S., Verzhbitskiy V.E., Komissarov D.K., Osipov S.V. Kompleksirovanie metodov geologorazvedochnykh rabot dlya resheniya zadach poiska i razvedki nefti i gaza [Integration of exploration methods to solve the problems of oil and gas exploration]. *Georesursy*, 2023, 25(4), pp. 240-251. (In Russ.).

Pospelov G.L. O probleme konvergentnosti v petrografii i geologii [On the problem of convergence in petrography and geology]. Problemy magm i genezisa izverzhennykh gornykh porod. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1963, 264 p. (In Russ.).

Rouz Piter R. *Analiz riskov i upravlenie neftegazoposkovymi proektami* [Risk analysis and

management of oil and gas exploration projects]. Moscow-Izhevsk: Izd-vo «Institut komp'yuternykh issledovaniy», 2011, 304 pp. (In Russ.).

Rybak-Franko Yu.V., Voykova S.I., Litvinova A.V. Izuchenie osobennostey stroeniya kremnisto-terrigennykh tolshch Okhotomorskogo regiona po seysmicheskim dannym [Studying the structural features of siliceous-terrigeneous strata of the Okhotsk Sea region based on seismic data]. *Geologiya nefti i gaza*, 2011, no. 6, pp. 152-158. (In Russ.). EDN: [OKCJUT](#)

Stupakova A.V., Polyakov A.A., Malyshev N.A., Sautkin R.S., Verzhbitskiy V.E., Komissarov D.K., Volyanskaya V.V., Osipov S.V., Bol'shakova M.A., Suslova A.A., Kalmykov A.G., Sitar K.A., Voronin M.E., Karpushin M.Yu., Mordasova A.V., Korobova N.I. Kriterii neftegazonosnosti osadochnogo basseyna [Criteria of oil and gas content of the sedimentary basin]. *Georesursy*, 2023, no. 25(2), pp. 5-21. (In Russ.). DOI: [10.18599/grs.2023.2.1](#)

Vasil'ev A.G., Vasil'eva I.A. *Gomologicheskaya izmenchivost' morfologicheskikh struktur i epigeneticheskaya divergentsiya taksonov: Osnovy populyatsionnoy meronomii* [Homological variability of morphological structures and epigenetic divergence of taxa: Fundamentals of population meronomy]. Moscow: Tovarithchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2009, 511 p. EDN: [QKSREJ](#)

Venner A., Uells P. Anatomiya nauchnogo protivostoyaniya. Est' li «yazyk» u pchel? [The anatomy of scientific confrontation. Do bees have a "language"?]. Translated from english by E.N. Panova, Moscow: Yazyki slavyanskikh kul'tur, 2011, 488 p. (In Russ.). EDN: [UGNRSP](#)

Vinogradov A.M. O priznakakh uporyadochennosti geopoley pri izuchenii struktury geologicheskikh tel [On the signs of the ordering of geofields in the study of the structure of geological bodies]. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*, 1990, no. 10, pp. 45-53. (In Russ.).

Zubkov I.F. *Problema geologicheskoy formy dvizheniya materii* [The problem of the geological form of motion of matter]. Moscow: Nauka, 1979, 237 p. (In Russ.).