



О РЕЗУЛЬТАТАХ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МЕТОДИКИ РАНЖИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ПО СТЕПЕНИ ПРИРОДНОЙ, ТЕХНОГЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

Л.В. Каницкая, Ю.И. Стасевич, В.А. Балданова, Е.Е. Буханцова

Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Информация о статье

Дата поступления

21 апреля 2023 г.

Дата принятия к печати

26 июня 2023 г.

Дата онлайн-размещения

30 июня 2023 г.

Ключевые слова

Месторождения

углеводородов; методика;

ранжирование; степень

опасности; природная

опасность; техногенная

опасность; экологическая

опасность

Аннотация

Высокие требования, предъявляемые к экологическим аспектам деятельности нефтегазового сектора экономики, особенно в свете интенсивного продвижения ESG-принципов (ESG — Environmental, Social, Governance) по всему миру, обуславливают актуальность исследований, связанных с выявлением законов функционирования природно-деятельностных систем и выработкой адекватных методов решения накопившихся задач. Установлено, что в сфере разрешения противоречий между хозяйственной деятельностью человека и его же деятельностью экологической и природоохранной направленности лежит пропасть. Подавляющая часть соответствующих разработок направлена на мониторинг и оценку уже накопленных экологических бедствий. В статье показано, что существует большое количество авторских методик оценки степени «экологичности» деятельности нефтегазовых компаний и ранжирования их по этому показателю. Подобные методики можно легко встроить в ESG-практики. Цель настоящего исследования состояла в верификации работоспособности модифицированной методики оценки степени опасности для окружающей среды месторождений углеводородов по трем количественным показателям: природной опасности, техногенной опасности и экологической опасности. Показано, что методика, в основу которой положены сведения о месторождениях, имеющиеся в открытом доступе, позволяет ранжировать месторождения по степени опасности относительно компаний, осваивающих их. Методика наряду с российской Классификацией запасов и ресурсов нефти и горючих газов или с системой управления ресурсами углеводородов (PRMS, США) может предоставлять дополнительные сведения о месторождениях, что позволило бы ей при дополнительной доработке стать одним из инструментов принятия решений на различных управленческих уровнях.

Original article

ON THE RESULTS OF USING THE MODIFIED PROCEDURE FOR RANKING HYDROCARBON FIELDS BY DEGREE OF NATURAL, MAN-MADE AND ECOLOGICAL HAZARD

Lyudmila V. Kanitskaya, Yulia I. Stasevich, Veronika A. Baldanova,

Eva E. Bukhantsova

Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation

Article info

Received
April 21, 2023

Accepted
June 26, 2023

Available online
June 30, 2023

Keywords

Hydrocarbon deposits; techniques;
ranking; hazard level; natural
hazard; man-made hazard;
environmental hazard

Abstract

The high demands placed on the environmental aspects of the oil and gas sector of the economy, especially in light of the intensive promotion of ESG principles (ESG – environmental, social, governance) around the world, make research relevant, related to the identification of the laws of operation of natural activity systems and the development of adequate methods of solving the accumulated problems. It has been established that in the sphere of resolving contradictions between the economic activity of man and his activity of ecological and ecological orientation lies a gulf. The vast majority of relevant developments is aimed at monitoring and assessing the accumulated environmental disasters. The article shows that there is a large number of author's techniques of «ecology» degree assessing of oil and gas companies' activity and ranking them by this indicator. These techniques can be easily integrated into ESG practice. The purpose of this study was to verify the effectiveness of the modified techniques for assessing the environmental hazards of hydrocarbon deposits according to three quantitative indicators: natural hazards, man-made hazards and environmental hazards. It is shown that the techniques, based on the information about deposits available in the public domain, allows to rank deposits on the degree of hazard regardless of the companies developing them. The techniques along with the Russian Classification of Oil and Fuel Gas Reserves and Resources or with the Hydrocarbon Resource Management System (PRMS, USA) can provide additional information on deposits, which would enable it, when further developed, to become a decision-making tool at various managerial levels.

Введение

Обычно считают, что добыча нефти, газоконденсата, природного газа, в отличие от добычи таких полезных ископаемых, как руды металлов, уголь, алмазы и т.д., не наносит невосполнимого ущерба территориям, на которых ведется разведка или эксплуатация месторождений, поскольку эти работы не сопровождаются выемкой на поверхность земли огромных объемов горных пород, запылением атмосферы, изъятием из оборота значительных площадей сельскохозяйственных земель, к тому же нет видимого изменения ландшафта. Однако те трансформации природной и антропогенной среды, которые происходят при разведке и эксплуатации месторождений углеводородов, являются настолько значительными, что постановлением Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2398¹ все объекты по добыче сырой нефти, природного газа, включая и их переработку, были отнесены к объектам I категории степени опасности — значительное негативное воздействие. Далее по убыванию степени опасности хозяйственных объектов выделяют: объекты II категории — умеренное негативное воздействие, объекты III категории — незначительное негативное

воздействие, объекты IV категории — минимальное негативное воздействие.

Последние 15 лет в России ускоренными темпами идет разведка и освоение новых нефтегазовых месторождений, строительство газоперерабатывающих мощностей на территории Западной, Восточной Сибири и Дальнего Востока [1]. Активно возводятся объекты инфраструктуры, в том числе и магистральные линейные сооружения для транспортировки нефти и газа [2–6]. Причем работы разворачиваются в сложнейших геологических, климатических условиях и, что еще более опасно, в условиях недостаточной изученности данных территорий. Это делает все проекты их хозяйственного освоения крайне уязвимыми, особенно с экологической позиции.

Соответственно, все исследования и разработки, которые касаются различных аспектов функционирования природно-деятельностных систем, в том числе экологических, в настоящее время становятся актуальными как никогда.

Цель данной работы состояла в верификации работоспособности модифицированной методики оценки степени опасности месторождений углеводородов для окружающей среды и человека, которая включает в себя три количественных показателя: природную опасность, техногенную опасность и экологическую опасность месторождения

¹ Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий : постановление Правительства РФ от 31 дек. 2020 г. № 2398 : (ред. от 7 окт. 2021 г.) // СПС «КонсультантПлюс».

[7]. Важно было произвести эту работу с использованием параметров реальных месторождений углеводородов РФ и с учетом степени заселенности территорий, на которых эти месторождения находятся.

О сложности оценки антропогенного воздействия на природную среду

Вопросам принципиальных противоречий между целями хозяйственной деятельности человека и его же «экологическими», «природоохранными» целями посвящено довольно много исследований.

Так, в [8] в концентрированной форме выражена тревожащая ученых в последние 50 лет мысль: «Парадоксальность сложившейся сегодня ситуации заключается... в том, что прогрессирующая деградация природы происходит на фоне быстро растущих расходов общества на ее охрану. Это обстоятельство наглядно свидетельствует о том, что в основе принятой модели взаимодействия техно- и биосферы имеются глубокие внутренние противоречия, влияние которых делает неэффективными, с точки зрения декларированных целей, усилия, затрачиваемые на защиту природы от техногенных воздействий. Главное противоречие на глобальном уровне отражает единство и противоположность социальной и биологической сущности человека». И далее: «Все более ясное понимание того, что в используемой модели развития антропосферы защита и сохранение природы носит характер борьбы со следствиями, а не с причинами, предопределило настоятельную необходимость поиска принципиально иных путей инновационного развития технологий вообще и горных в частности. Для решения проблем такого системного уровня совершенно необходимо, чтобы требования по экологической безопасности предъявлялись не к отдельным операциям или процессам, а были бы заложены в основу перспективной общетеchnологической парадигмы таким образом, чтобы сохранение естественной биоты Земли стало обязательным требованием и неотъемлемым свойством создаваемых и применяемых технологий. Представляется вполне очевидным, что технологические ответы на экологические вызовы предстоит искать путем изучения систем, где эти ответы уже получены, то есть — в биологических системах естественной биоты Земли».

Г.Д. Русецкая также отмечает: «Современные взаимоотношения между экономикой и экологией продолжают оставаться противоречивыми, несмотря на усилия раз-

личных организаций и большое количество международных и национальных документов о необходимости их гармонизации» [9].

Сегодня публикуется большое количество статей, которые посвящены анализу объемов газообразных, жидких и твердых отходов нефтегазодобывающих компаний. Так, в [10] показано, что в последние несколько лет в связи со смещением добычи нефти в регионы с малой хозяйственной связностью и неразвитой транспортной инфраструктурой количество сжигаемого в факелах попутного нефтяного газа (ПНГ) увеличилось: «За 2017 г. сокращение коэффициента полезного использования ПНГ наблюдалось у «Славнефти» (на 6,4 %), «Газпром нефти» (на 2,3 %), «Татнефти» (1,6 %), «Роснефти» (0,1 %)». Добыча попутного нефтяного газа в России в 2017 г. составила 98,2 млрд м³, в том числе 85,4 млрд м³, или 86,9 %, было добыто и использовано, а 12,9 млрд м³, или 13,1 %, — сожжено».

Ученые приводят впечатляющие показатели удельных выбросов загрязняющих веществ, удельного водопотребления из различных природных источников, а также отходов бурения нефтегазодобывающих компаний в расчете на 1 т добываемой нефти [11, с. 51].

И.С. Копылов в своем исследовании, одной из задач которого являлось изучение геоэкологических и природно-технических систем такого слабо освоенного нефтегазодобывающего региона, как Восточная Сибирь, для обеспечения их геологической и экологической безопасности при освоении, показал, что эксплуатация нефтегазовых месторождений особенно сильно воздействует на почвы и приповерхностную гидросферу: «В почвах выявлены аномалии со значительным превышением ПДК, особенно по Pb, Cu, Cr, Ti, Ba, Mn, Co, а также Ni, Zr, V, P, Ga, Sr. Аномалии имеют различную площадь, иногда формируют крупные аномальные зоны с площадями в 100–400 км². Содержание нефтепродуктов в почвах в пределах площадок скважин превышает ПДК от 2–3 до 20 раз» [12, с. 29].

Также И.С. Копылов отмечает, что в районах разведочного бурения минерализация поверхностных и подземных вод и концентрация в них хлорид-иона превышали фоновые значения в 1,5–3,0 раза (например, в р. Калан в период бурения и при освоении месторождений углеводородов по сравнению с фоном — в 32 и 1 075 раз соответственно), а содержание брома в водах некоторых источников превышало ПДК в 200–300 раз [там же].

Краткая характеристика методик оценки экологических рисков освоения место-

рождений углеводородов и степени «экологичности» деятельности компаний нефтегазодобывающего сектора экономики РФ

Кроме констатации факта усиливающегося воздействия нефтегазодобычи на природные экосистемы, ученые также пытаются разработать методики мониторинга и объективной оценки степени и последствий антропогенного воздействия на них [7; 11–17]. Все эти работы весьма различны по заложенным в них основаниям и заслуживают отдельного глубокого анализа. Здесь же приведем лишь краткую их характеристику, необходимую для различения рабочих возможностей данных методик и той, которая верифицируется нами в настоящей работе.

И.С. Копыловым предложена модель концепции региональных геоэкологических исследований, которая позволила бы сформировать систему регионального геоэкологического изучения и картографирования регионов для обеспечения их геологической и экологической безопасности при комплексном освоении месторождений полезных ископаемых [12]. Модель предполагает четыре этапа проведения работ и обработки результатов исследований:

- формирование информационной базы данных по результатам исследования различными методами литосферы, ландшафта, гидросферы, атмосферы, фитосферы, техносферы;
- анализ геоэкологических факторов, состояния эколого-геологической обстановки и установление причинно-следственных связей;
- формирование геоэкологической информационно-картографической модели с применением геоинформационных технологий для решения задач различного уровня (регионального, федерального);
- картографический геоэкологический мониторинг и прогноз изменения эколого-геологической обстановки, опасных процессов и зон (объектов) с повышенным социально-экологическим риском возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Эта концепция настолько монументальна, что для приведения ее в состояние рабочего инструмента требуется длительная работа больших коллективов ученых и практиков, но она весьма перспективна.

Анализируя риски, возникающие при освоении углеводородных месторождений на шельфе Арктики, И.В. Акчурин и Б.М. Малашенков отмечают, что, несмотря на то что нефтегазовые компании России начали активно осваивать морской шельф, в РФ до сих пор не принят документ, в котором был

бы прописан стандартный метод оценки экологического риска деятельности в этом экологически уязвимом регионе [13]. В статье предложена очень простая методика оценки экологического риска, включающая частоту возникновения опасного события за определенный срок и степень опасности для природной системы.

Ряд ученых представили методику типизации нефтяных месторождений. В ее основу положены следующие параметры: время эксплуатации месторождения, запасы углеводородного сырья, его годовая добыча; количество добывающих действующих скважин; комплексный показатель степени воздействия на геологическую среду (по величине антропогенно нарушенных площадей), на водные бассейны и атмосферный воздух (по превышению ПДК загрязняющих веществ в них). Однако авторами не продемонстрированы возможности этой методики в плане дифференциации, или типологизации, месторождений нефти [14].

Разработана комплексная методика оценки экологических рисков при эксплуатации месторождений нефти и газа [15], опробованная в ходе оценки экологического риска объектов ООО «Иркутская нефтяная компания». В основу методики оценки комплексного показателя экологического риска положены четыре типа данных по объемам накопленных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, почву, по объемам водозабора и сброса сточных вод в водные объекты. Эти данные переведены в стоимостные значения на основе ставок платежей за ущерб окружающей среде.

В [16] предложена методика идентификации и оценки экологических рисков, введены критерии пяти уровней экологических рисков, шкала вероятности наступления рисков и матрица их оценки. Описаны необходимые к проведению работы при управлении экологическими рисками различных уровней. Примеры рабочего потенциала методики идентификации и оценки экологических рисков на конкретных нефтегазовых месторождениях авторами не приведены.

Из всего многообразия методик методика Б.В. Боравского, П.А. Короткова, Н.П. Коротковой выделяется своей строгостью, четкостью и логичностью и большим охватом показателей, характеризующих деятельность компании не только по эксплуатации месторождения, но и по утилизации последствий [11]. В ее основание положена методика интегральной оценки экологической эффективности регионов, разработанная Б.В. Боравским

и В.В. Жуковым по заказу Правительства РФ. Методика нацелена на расчет интегрального индикатора экологической эффективности компании, а в основание расчетов положено 13 исходных статистических показателей, которые характеризуют «воздействие», «состояние» и «отклик» по трем геосферам (включают выбросы загрязняющих веществ, тыс. т/т; уровень утилизации ПНГ, %; удельное водопотребление, м³/т; отходы бурения, тыс. т/т; площадь загрязненных и рекультивированных земель, км², и др.). Однако основная сложность использования этой методики заключается в том, что она требует достоверных исходных данных, что на практике часто бывает недостижимым.

Если резюмировать сказанное выше, то можно сделать следующий вывод: методики, представленные в [11; 14–16], позволяют ранжировать собственно компании нефтегазового комплекса по степени «экологичности» их деятельности. Такие методики могут стать хорошими инструментами, встроенными в ESG-практики [17], но не позволяют спрогнозировать, какую степень опасности или степень риска может представлять то или иное месторождение при его эксплуатации, чтобы учесть большую часть этих рисков и на этапе приобретения лицензии, и на этапе проектирования, и на всех стадиях разработки месторождения. То есть требуются инструменты, которые были бы подобны Классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов² или системе управления ресурсами углеводородов³, на основании которых месторождения различного типа характеризуют с учетом множества геологических, технологических, экономических показателей и присваивают каждому определенные буквенные обозначения, отражающие объемы ресурсов углеводородов, стадию освоения месторождения (разработка, разведка), степень риска при инвестировании в проекты разработки на различных стадиях освоения месторождения.

Подобные инструменты позволяют представителям государственных органов, банков, инвесторам, аналитикам, владельцам и управленцам нефтегазовых компаний ориентироваться в «статусе» месторождения и принимать обоснованные управлен-

² Классификация запасов и ресурсов нефти и горючих газов. Нормативно-методическая документация. М.: ЕКОЭН, 2016. 320 с. URL: <https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KUDRYASHOVALK/ucheba/Tab/Collection.pdf>.

³ Система управления ресурсами углеводородов. URL: https://www.spe.org/industry/docs/PRMgmt-System_V1.01_RUS-FINAL.pdf. Документ пересмотрен в июне 2018 г.

ческие решения, например, при развитии нефтегазового сектора экономики страны, при инвестировании в проекты разработки месторождений, при покупке лицензии и т.д.

Таким образом, нужен инструмент, который бы в дополнение к имеющимся сведениям о месторождении (объем рентабельно извлекаемых ресурсов, разрабатываемое месторождение или неразрабатываемое и др.) давал возможность оценить его еще и с позиции степени возможных рисков негативного воздействия на окружающую среду и на здоровье человека.

Такого типа работа была осуществлена и опубликована сотрудниками ООО «Газпром ВНИИГАЗ» Д.М. Филатовым, С.Э. Никифоровым, Ю.Б. Барановым совместно с сотрудником ОАО «Газпром» Е.В. Киселевским еще в 2010 г. [7]. Ими был разработан метод дифференциации месторождений по степени их потенциальной опасности — природной, техногенной и экологической.

Именно эта методика была взята нами за основу, но значительно модифицирована в настоящей работе.

Описание методики ранжирования месторождений углеводородов по степени природной, техногенной и экологической опасности

В [7] предложена следующая формула для оценки природного риска или опасности R_N , исходящих от конкретного месторождения, который определяется только природными факторами:

$$R_N = \alpha_1 \frac{T}{D} A, \quad (1)$$

где α_1 — некоторый коэффициент, $[\alpha_1] = \frac{1}{[A]}$; T — толщина продуктивных отложений (thickness of deposit); D — глубина залегания (mining depth), м; A — площадь месторождения (deposit area), м².

Техногенный риск месторождения R_T как объекта, требующего предварительной оценки той или иной активности человека на данной территории, авторы предложили рассчитывать по формуле

$$R_T = \alpha_2 LON, \quad (2)$$

где α_2 — некоторый коэффициент, $[\alpha_2] = \frac{1}{[LON]}$; L — срок эксплуатации месторождения (operation life), лет; O — накопленная добыча (production output), т у.т.; N — количество скважин, находящихся в кон-

сервации более 15 лет (number of suspended wells), шт.

Поскольку авторы [7] не указали ни значений коэффициентов a ни способа их оценки, т.е. не пояснили, что означают параметры $[A]$ и $([L][O][N])$, находящиеся в знаменателе формул для расчета этих коэффициентов, то их величины пришлось оценивать обратным перерасчетом, опираясь на данные, которые авторы привели в своей статье для природного риска R_N и техногенного риска R_T месторождений.

Для коэффициента a получены значения, которые варьируют в пределах от 520 до 530. Выявлено также влияние коэффициента a на конечный результат с предварительной оценкой всех возможных значений природного риска без учета коэффициента a . Выяснилось, что данный коэффициент не оказывает существенного влияния на соотношение показателей природного риска.

Аналогичным способом выявлены значения коэффициента a . При этом получены величины, которые варьируют в пределах от 1 до 38 813. Данный понижающий коэффициент влияет на конечный результат оценки техногенного риска R_T , но какой смысл был вложен в этот параметр, авторы методики не пояснили.

Третий параметр P отражает экологическую опасность [6], основой для оценки которой является количество человек (population), проживающих рядом с территорией горного отвода.

Далее, после того как произведена оценка трех показателей для каждого месторождения (R_{Ni} , R_{Ti} , P_i) и выявлены максимальные значения для каждого из этих рядов показателей ($\max R_{Ni}$, $\max R_{Ti}$, $\max P_i$), производят нормировку полученного набора данных по формулам (3)–(5) соответственно:

$$R_{Ni} = \frac{R_{Ni}}{\max R_{Ni}}. \quad (3)$$

$$R_{Ti} = \frac{R_{Ti}}{\max R_{Ti}}. \quad (4)$$

$$P_i = \frac{P_i}{\max P_i}. \quad (5)$$

Кроме этого способа, авторы представили и иную возможность осуществления нормировки набора данных — по параметрам эталонного месторождения, если таковое имеется в выборке.

Авторы методики [там же] для получения единого, или обобщенного, показателя, позволяющего легко сравнивать степень опасности различных месторождений, пред-

ложили рассчитать среднее арифметическое значение безразмерных показателей R_{Ni} , R_{Ti} , P_i по формуле

$$R = \frac{R_{Ni} + R_{Ti} + P_i}{3}. \quad (6)$$

Месторождения в [7] разделены на три кластера по степени потенциальной опасности: если значения параметра R находятся в диапазоне от 0 до 0,33, то месторождение представляет наименьшую опасность; если в диапазоне от 0,33 до 0,67, месторождение представляет опасность среднего, промежуточного типа; при значении R , превышающем значение 0,67, месторождение представляет самую высокую опасность — и природную, и техногенную, и экологическую.

Авторы предположили, что возможны различные модификации данной методики и дополнения к ней.

В настоящей работе методика оценки природной, техногенной и экологической опасности нами была модифицирована, поскольку для оценки опасности месторождений мы попытались взять только те исходные параметры, характеризующие месторождения, которые максимально доступны и находятся в открытых источниках. При оценке степени природного и техногенного рисков из расчетов были исключены коэффициенты a . Мы отказались и от использования такого показателя, как количество скважин, находящихся в консервации более 15 лет (N), поскольку эти сведения не публикуют даже в годовых отчетах нефтегазовых компаний, тем более по отдельным месторождениям. Но эти показатели могут быть включены в расчет в случае публикации компаниями открытой нефинансовой отчетности, в которой содержались бы такие данные по месторождениям. Показатель «накопленная добыча» (O) не переводили в тонны условного топлива.

Также нами предложен иной способ ранжирования месторождений по степени опасности — исходя из значения обобщенного показателя R . Значения этого показателя были разделены на четыре диапазона с цветовой градацией: А — низкая степень опасности (зеленый); В — средняя степень опасности (желтый); С — высокая степень опасности (оранжевый); D — наивысшая степень опасности (красный) (табл. 1).

Результаты оценки показателей опасности месторождений нефти в РФ и их ранжирование

Для проверки предсказательных возможностей модифицированной методики

Таблица 1

Ранжирование показателей опасности месторождения и их цветовая визуализация

A	B	C	D
0,00–0,25	0,25–0,50	0,50–0,75	0,75–1,00

оценки степени опасности месторождений нефти и проведения их ранжирования выбраны месторождения, расположенные в различных федеральных округах РФ: Северо-Западном, Южном, Приволжском, Уральском, Сибирском, Дальневосточном. Месторождения, представленные в данной работе, были выбраны по критерию полноты информации.

В табл. 2 приведены исходные данные для оценки таких показателей, как показатели природного и техногенного рисков выбранных месторождений, которые рассчитываются по формулам (1) и (2).

В табл. 3 представлено количество населенных пунктов, расположенных вблизи месторождений, и численность проживающего в них населения.

Стоит отметить, что при оценке P_i учитывались только самые крупные населенные пункты, удаленные не более чем на 100–150 км от месторождения. Результаты оценки показателей природного риска, техногенного риска и экологической опасности (R_N , R_T , P соответственно) месторождений, рассчитанных по формулам (1) и (2), представлены в табл. 4.

На основе данных, представленных в табл. 4, по модифицированным формулам (3)–(5) рассчитаны нормированные значения R_N , R_T и P_i для каждого месторождения, а также по формуле (6) — обобщенный показатель опасности месторождения R . Анализ результатов оценки обобщенного показателя опасности месторождения показал, что месторождения, которые имели бы наивыс-

Таблица 2

Исходные параметры, необходимые для оценки природной и техногенной опасности месторождений нефти

Месторождение	Параметры				
	Площадь месторождения A , м ² (×106)	Средняя глубина залегания D , м (×102)	Средняя мощность продуктивного пласта T , м	Длительность эксплуатации L , лет	Накопленная добыча O , т (×106)
Северо-Западный федеральный округ					
Ярегское	1271	1,72	70	903	44
Харьягинское	7504	28	305	23	1853
Южный федеральный округ					
Великое	8006	508,9	1758	109	309
Приволжский федеральный округ					
Ромашкинское	37510	1810	3,611	6911	1 03510
Арланское	2 500	1412	20	6414	500
Бурейкинское	2815	1216	4515	4916	416
Уральский федеральный округ					
Тарасовское	38018	2919	8520	3721	248
Приобское	5 46622	27	1323	3746	50024
Мамонтовское	100	2252	12	52	60025
Сибирский федеральный округ					
Ванкорское	416,549	2326	5	1327	21628
Куюмбинское	1829	2530	78	331	532
Северо-Даниловское	16533	16	22	234	135
Верхнечонское	2 40036	2737	6038	1739	87
Даниловское	13940	1850	2041	551	342
Дальневосточный федеральный округ					
Катангли	5043	1,444	54	9445	8247

Примечание. Индексами обозначены номера источников, из которых взяты сведения, источники приведены в приложении.

Таблица 3

**Количество расположенных вблизи месторождений крупных населенных пунктов
и суммарное количество проживающих в них**

Месторождение	Количество населенных пунктов	Суммарное количество проживающих N , чел.
<i>Северо-Западный федеральный округ</i>		
Ярегское	2	116 587
Харьягинское	2	62 500
<i>Южный федеральный округ</i>		
Великое	4	1 085 758
<i>Приволжский федеральный округ</i>		
Ромашкинское	3	953 425
Арланское	1	131 942
Бурейкинское	2	275 900
<i>Уральский федеральный округ</i>		
Тарасовское	2	133 461
Приобское	2	232 205
Мамонтовское	1	40 180
<i>Сибирский федеральный округ</i>		
Ванкорское	1	3 634
Куюмбинское	1	1 187 771
Северо-Даниловское	2	72 453
Верхнечонское	0	...
Даниловское	0	...
<i>Дальневосточный федеральный округ</i>		
Катангли	0	...

Таблица 4

**Значения показателей природного риска, техногенного риска
и экологической опасности месторождений**

Месторождение	Значения показателей		
	RN	RT	P
<i>Северо-Западный федеральный округ</i>			
Ярегское	52 294 117	3 960 000 000	116 587
Харьягинское	80 357 142	414 000 000	62 500
<i>Южный федеральный округ</i>			
Великое	28 000 000	300 000 000	1 085 758
<i>Приволжский федеральный округ</i>			
Ромашкинское	750 000	71 415 000 000	953 425
Арланское	35 714 285	32 000 000 000	131 942
Бурейкинское	11 118 103	196 000 000	275 900
<i>Уральский федеральный округ</i>			
Тарасовское	11 137 931	74 000 000	133 461
Приобское	25 980 987	18 500 000 000	232 205
Мамонтовское	545 454	31 200 000 000	40 180
<i>Сибирский федеральный округ</i>			
Ванкорское	952 854	2 808 000 000	3 634
Куюмбинское	569 496	15 000 000	1 187 771
Северо-Даниловское	2 213 935	2 000 000	72 453
Верхнечонское	53 333 333	1 479 000 000	0
Даниловское	178 714 285	138 000 000	0
<i>Дальневосточный федеральный округ</i>			
Катангли	19 960 000	7 708 000 000	0
Максимальное значение	178 714 285	71 415 000 000	1 187 771

шую степень опасности, т.е. показатель R находился бы в диапазоне D ($0,75 < R \leq 1,00$), в данной выборке отсутствуют (табл. 5).

К месторождениям, которые представляют значительную опасность, т.е. параметр R находится в диапазоне C ($0,50 < R \leq 0,75$), относится только Ромашкинское месторождение. Четыре месторождения (по одному в Южном и Приволжском федеральных

округах и два в Сибирском) имеют среднюю степень опасности, т.е. параметр R входит в диапазон значений B ($0,25 < R \leq 0,50$). Остальные месторождения по результатам оценки можно отнести к месторождениям с низкой степенью опасности (рис. 1).

Результаты оценки степени опасности месторождений можно также представить и на карте РФ (рис. 2).

Таблица 5

Нормированные значения показателей природного риска, техногенного риска и экологической опасности месторождений

Месторождение	R_{Ni}	R_{Ti}	P_i	R
<i>Северо-Западный федеральный округ</i>				
Ярегское	0,29	0,06	0,10	0,15
Харьягинское	0,04	0,01	0,05	0,03
<i>Южный федеральный округ</i>				
Великое	0,17	0,00	0,91	0,36
<i>Приволжский федеральный округ</i>				
Ромашкинское	0,00	1,00	0,80	0,60
Арланское	0,20	0,45	0,11	0,25
Бурейкинское	0,06	0,00	0,23	0,09
<i>Уральский федеральный округ</i>				
Тарасовское	0,06	0,00	0,11	0,05
Приобское	0,14	0,25	0,20	0,19
Мамонтовское	0,00	0,44	0,03	0,15
<i>Сибирский федеральный округ</i>				
Ванкорское	0,00	0,04	0,00	0,01
Куюмбинское	0,00	0,00	1,00	0,33
Северо-Даниловское	0,01	0,00	0,06	0,02
Верхнечонское	0,30	0,02	0,00	0,11
Даниловское	1,00	0,00	0,00	0,33
<i>Дальневосточный федеральный округ</i>				
Катангли	0,11	0,10	0,00	0,07

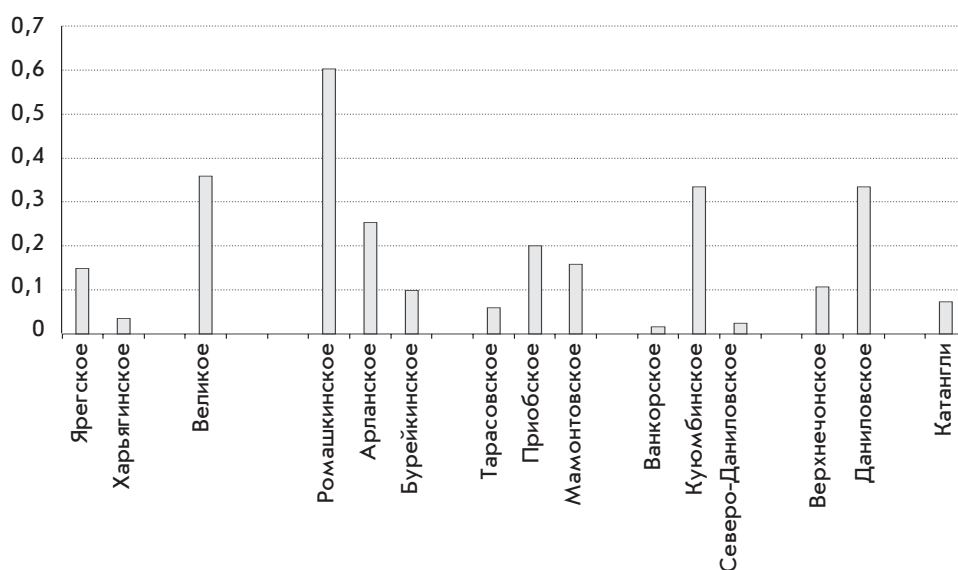


Рис. 1. Степень опасности месторождений по обобщенному показателю опасности R

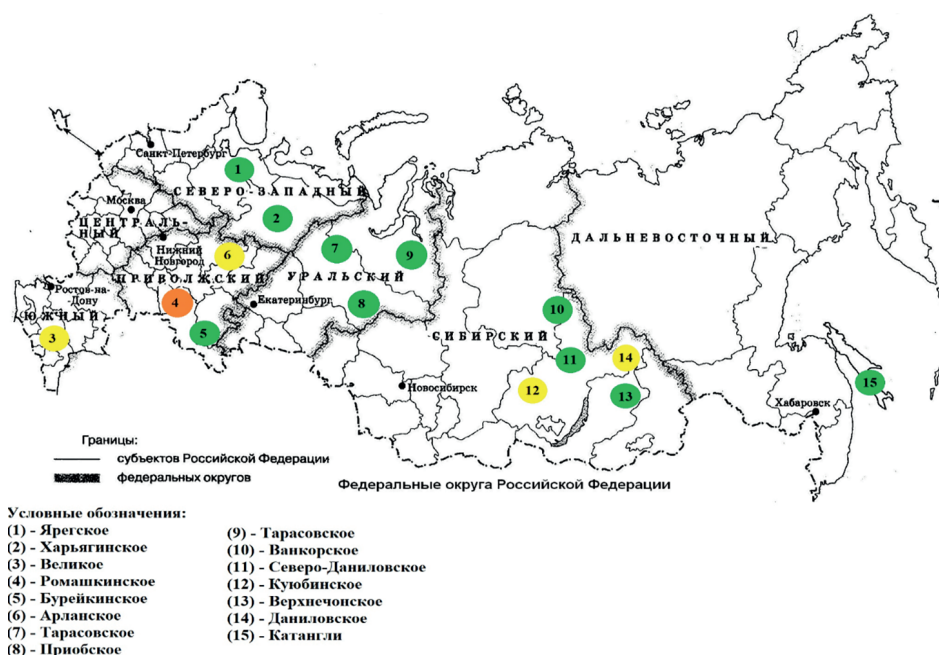


Рис. 2. Визуализация расположения ранжированных по степени опасности R месторождений углеводородов в различных федеральных округах

Наиболее высоки риски при освоении таких месторождений, как Ромашкинское, Великое, Арланское, Куюбинское, Даниловское.

Если визуализировать результаты оценки каждого месторождения по трем нормированным показателям в отдельности (природной опасности R_{Ni} , техногенной опасности R_{Ti} и экологической опасности P_i), представленным в табл. 5, то уже можно выделить несколько месторождений, которые квали-

фицируются как месторождения наивысшей степени опасности (или риска). Это Даниловское (природная опасность), Ромашкинское (техногенная опасность), а также Великое, Ромашкинское, Куюбинское (экологическая опасность) месторождения. Арланское и Мамонтовское месторождения по степени техногенной опасности квалифицируются как месторождения средней степени опасности (рис. 3).

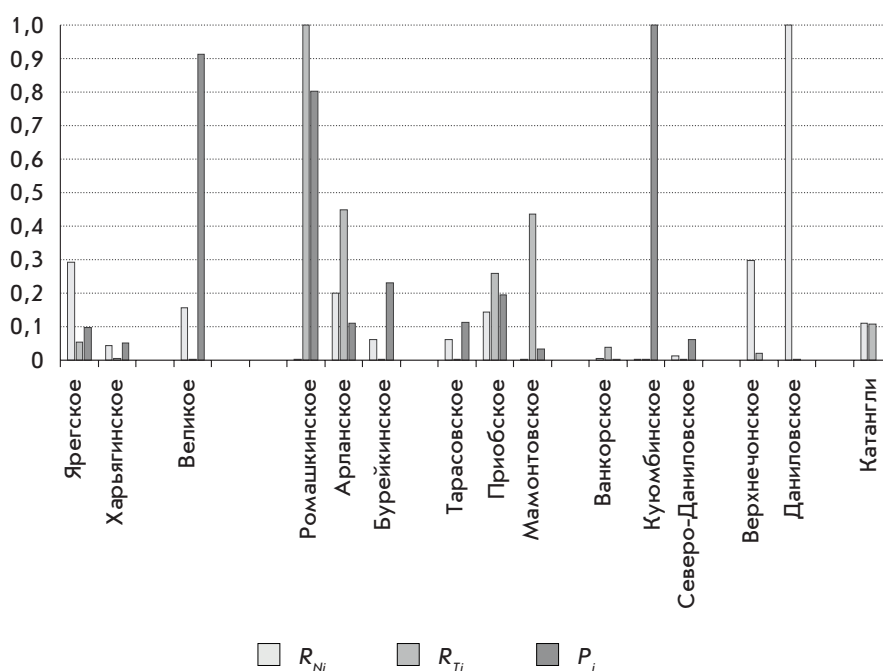


Рис. 3. Ранжирование месторождений по степени природной опасности (R_N), техногенной опасности (R_T), экологической опасности (P)

Подобная оценка степени опасности месторождений углеводородов и ранжирование месторождений на ее основе позволяют легко выделить те месторождения, которые требуют повышенного внимания и подлежат тщательному мониторингу на предмет обеспечения промышленной безопасности объектов месторождений. Можно констатировать, что методика дает возможность получать корректные результаты и по месторождениям, которые находятся на начальных стадиях разработки и не имеют накопленных негативных экологических проявлений. Например, оценка опасности месторождений Куюмбинское и Даниловское показала их высокую экологическую и техногенную опасность соответственно. Методика может быть применена для создания типологии месторождений углеводородов по степени их опасности.

Заключение

В статье произведен анализ ситуации в области разработки методов прогнозной оценки степени опасности (природной, техногенной, экологической) месторождений углеводородов и возможности создания на основе такой оценки типологии месторождений, которая могла бы стать дополнительным индикатором при принятии управленческих решений еще на стадии приобретения лицензии на конкретное месторождение, а также инструментом на различных стадиях освоения месторождения (от проектирования до последней стадии) с учетом степени его опасности (риска). Кроме того, эти данные важны для принятия

решений об инвестировании в проект разработки месторождения.

Выявлены две разработки подобной направленности, но только одна из них доведена до состояния методики. Большая же часть исследований посвящена методикам оценки степени «экологичности» деятельности нефтегазовых компаний при эксплуатации месторождений и ранжирования компаний по этому показателю.

Проверка предсказательной способности модифицированной методики оценки степени опасности месторождений с использованием параметров конкретных месторождений углеводородов РФ привела к обнадеживающим результатам: месторождения углеводородов, различные по площади, объемам ресурсов, глубине залегания и мощности продуктивного пласта, находящиеся на разных стадиях эксплуатации, имеющие различные объемы накопленной добычи, а также находящиеся на территориях с разной степенью заселенности, были ранжированы по степени опасности, в том числе природной, техногенной, экологической.

Методика не требует больших массивов данных, особенно таких, которые компании предпочитают не афишировать (выбросы загрязняющих веществ в воздушный и водный бассейны, площади нарушенных земель и т.п.). Простой математический аппарат делает методику достаточно экспрессной.

Методику можно совершенствовать, вводя в уравнения коэффициенты, которые отражают сейсмичность района нефтегазодобычи, его климатические особенности, обеспеченность инфраструктурой.

Приложение

Индекс в табл. 2	Ссылка на источник
1	Месторождение Ярегское: особенность, история, этапы освоения. URL: https://fb.ru/article/411702/mestorojdenie-yaregskoe-osobennost-istoriya-etapyi-osvoeniya#:~:text=Ярегское%20месторождение%20приурочивают%20к%20Вежавожской-%20С,млн.%20тонн%20нефти.%20Открытие%20месторождения (дата обращения: 07.11.2022)
2	Ярегское месторождение. URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/komi_respublika/jaregskoe/46-1-0-697 (дата обращения: 07.11.2022)
3	Ярегское месторождение. Как идет освоение Ярегского нефтяного месторождения. URL: https://arctic-russia.ru/project/yaregskoe-mestorozhdenie (дата обращения: 07.11.2022)
4	Особенности и перспективы Харьягинского месторождения. URL: https://greenologia.ru/eko-problemy/proizvodstvo-neft/osobennosti-i-perspektivy-haryaginskogo-mestorozhdeniya.html (дата обращения: 07.11.2022)
5	Анализ результатов опробования и испытания скважин Средне-Харьягинского нефтяного месторождения. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-rezultatov-oprobovaniya-i-ispytaniya-skvazhin-sredne-haryaginskogo-neftyanogo-mestorozhdeniya (дата обращения: 07.11.2022)
6	Газпром нефть оказалась не готова к Великому. URL: https://neftegaz.ru/news/dobycha/227029-gazprom-neft-okazalas-ne-gotova-k-velikomu (дата обращения: 12.11.2022)

Индекс в табл. 2	Ссылка на источник
7	Великое месторождение. URL: https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/142132-velikoe-mestorozhdenie (дата обращения: 12.11.2022)
8	Месторождение Великое в Астраханской области. URL: https://stihi.ru/2019/09/08/6804 (дата обращения: 12.11.2022)
9	Великое месторождение. URL: https://www.interfax-russia.ru/index.php/south-and-north-caucasus/news/neftegazovaya-kompaniya-afb-v-2022g-planiruet-grr-na-mestorozhdenii-velikoe-astrahanskije-vlasti (дата обращения: 12.04.2023)
10	Ромашкинское месторождение. URL: https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/522614-romashkinskoe-mestorozhdenie (дата обращения: 14.11.2022)
11	Нефтяные «лепестки» Ромашкинского месторождения. URL: https://news.myseldon.com/ru/news/index/246430492 (дата обращения: 14.11.2022)
12	Арланское месторождение. URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/bashkortostan_respublika/arlanskoe/23-1-0-240 (дата обращения: 13.11.2022)
14	Арланское месторождение. URL: https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/505965-arlanskoe-mestorozhdenie (дата обращения: 13.11.2022)
15	Геолого-промысловая характеристика, нефтеносность продуктивных горизонтов. URL: https://studwood.net/1235621/geografiya/geologo_promyslovaya_harakteristika_neftenosnost_produkktivnyh_gorizontov (дата обращения: 09.11.2022)
16	Бурейкинское нефтяное месторождение. URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/tatarstan_respublika/burejinskoe/26-1-0-1016 (дата обращения: 09.11.2022)
17	Бурейкинский участок недр. URL: https://www.nedraexpert.ru/subsurface/1346144652/1 (дата обращения: 10.11.2022)
18	Тарасовское месторождение. URL: https://hermes-logistic.ru/tarasovskoe-mestorozhdenie (дата обращения: 11.11.2022)
19	Краткая геолого-эксплуатационная характеристика месторождения. URL: https://studentopedia.ru/geografiya/kratkaya-geologo-ekspluatacionnaya-harakteristika-mestorozhdeniya---osvoenie-tarasovskogo.html (дата обращения: 12.11.2022)
20	Тарасовское нефтегазоконденсатное месторождение. URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/jamalo_nenckij_ao/tarasovskoe/7-1-0-1 (дата обращения: 12.11.2022)
21	Тарасовское месторождение. URL: https://gk-ath.ru/tpost/joy5mofun1-tarasovskoe-mestorozhdenie#:~:text=B%20результате%20чего%20был%20разработан,пластово-сводным%2C%20массивным%2C%20литологически%20и%20тиктанически-экранированным (дата обращения: 12.11.2022)
22	Ханты-Мансийский автономный округ. Смотлорское месторождение. URL: https://www.kommersant.ru/doc/1020998 (дата обращения: 07.11.2022)
23	Приобка — многопластовая и уникальная // Центрально диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса: офиц. сайт. URL: https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2021/4/895/#:~:text=Продуктивные%20пласты%20Приобского%20месторождения%20находятся,условиях%20считается%20гидроразрыв%20пласта%20(ГРП) (дата обращения: 09.11.2022)
24	Приобское нефтяное месторождение. URL: https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/142138-priobskoe-neftyanoe-mestorozhdenie (дата обращения: 09.11.2022)
25	На Мамонтовском месторождении достигнут очередной рубеж добычи. С начала разработки из недр лицензионного участка ООО «РН-Юганскнефтегаз» извлечено 600 миллионов тонн нефти. URL: https://znpress.ru/news/rosneft/rn-yuganskneftegaz/na-mamontovskom-mestorozhdenii-dostignut-ocherednoj-rubezh-dobychi-s-nachala-razrabotki-iz-nedr-licenzionnogo-uchastka-ooo-rn-yuganskneftegaz-izvlecheno-600-millionov-tonn-nefti (дата обращения: 13.11.2022)
26	Мажник В.И., Лешкович Н.М. Анализ текущего состояния разработки ванкорского нефтегазоконденсатного месторождения. URL: http://id-yug.com/images/id-yug/SET/2018/4/2018-4-72-98.pdf (дата обращения: 12.11.2022)
27	10 лет Ванкору: от месторождения к нефтегазосному кластеру. URL: https://vestsnab24.ru/industry/10-let-vankoru-ot-mestorozhdeniya-k-neftegazonosnomu-klasteru (дата обращения: 12.11.2022)
28	Ванкорское нефтегазоконденсатное месторождение. URL: https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/141603-vankorskoe-neftegazokondensatnoe-mestorozhdenie (дата обращения: 12.11.2022)
29	Куюмбинское месторождение. URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/krasnojarskij_kraj/kujumbinskoe/20-1-0-115 (дата обращения: 13.11.2022)
30	Куюмбинское месторождение. URL: https://energybase.ru/oil-gas-field/kuyumbinskoye (дата обращения: 13.11.2022)

Индекс в табл. 2	Ссылка на источник
31	«Большая» нефть Куюмбы // Центрально диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса : офиц. сайт. URL: https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2020/1/709/#:~:text=Запуск%20в%20эксплуатацию%20первого%20пускового,т%20больше%20С%20чем%20годом%20ранее (дата обращения: 13.11.2022)
32	На Куюмбинском месторождении добыта 5-миллионная тонна нефти. URL: https://energybase.ru/news/companies/kuyumbinskoye-field-produced-5-million-ton-of-oil-2021-12-30 (дата обращения: 13.11.2022)
33	Выбор оптимальной системы разработки Куюмбинского месторождения. URL: https://mingeoforum.ru/images/files/Козлов%20А_А_%20Выбор%20оптимальной%20системы%20разработки%20Куюмбинского%20месторождения.pdf
34	Ключевые объекты Северо-Даниловского месторождения введены в эксплуатацию. URL: https://neftegaz.ru/news/oilfield/718645-klyuchevye-obekty-severo-danilovskogo-mestorozhdeniya-vvedeny-v-ekspluatatsiyu/#:~:text=Северо-Даниловское%20нефтегазоконденсатное%20месторождение%20-%20первое,стартовало%20в%20марте%202020%20г (дата обращения: 09.11.2022)
35	На Северо-Даниловском месторождении добыт первый миллион тонн нефти // Роснефть : офиц. сайт. URL: https://www.rosneft.ru/press/news/item/207593 (дата обращения: 09.11.2022)
36	Верхнечонское месторождение. URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/irkutskaja_oblast/verkhnechonskoe/49-1-0-178 (дата обращения: 12.11.2022)
37	Верхнечонское нефтегазоконденсатное месторождение. URL: https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/141661-verkhnechonskoe-neftegazovoe-mestorozhdenie (дата обращения: 12.11.2022)
38	Верхнечонское месторождение: разработка, где находится. URL: https://fb-ru.turbopages.org/fb.ru/s/article/361436/verkhnechonskoe-mestorojdenie-razrabotka-gde-nahoditsya (дата обращения: 12.11.2022)
39	Верхнечонское месторождение. URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/irkutskaja_oblast/verkhnechonskoe/49-1-0-178 (дата обращения: 12.11.2022)
40	Инженерно-геологические условия Северо-Даниловского нефтегазоконденсатного месторождения. URL: https://vk.com/doc207968695_659784758?hash=vjPAwzZVAa1sldoAfzFjSRFBEOZ52nlsRBTuB4MAfs&dl=JzvT0OG01tHIX9Og5cbS2XVQaGVxP2CFMsKEa3M45L (дата обращения: 07.11.2022)
41	Накопленная добыча нефти на месторождениях Даниловского кластера. URL: https://neftegaz.ru/news/dobycha/768013-nakoplenaya-dobycha-nefti-na-mestorozhdeniyakh-danilovskogo-klastera-sostavila-3-mln-t (дата обращения: 07.11.2022)
42	Месторождение Даниловское. URL: https://neftegaz.ru/news/dobycha/768013-nakoplenaya-dobycha-nefti-na-mestorozhdeniyakh-danilovskogo-klastera-sostavila-3-mln-t (дата обращения: 21.04.2023)
43	Южно-Катанглийский участок недр. URL: https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/142305-yuzhno-katangliyskiy-uchastok-nedr/#:~:text=Южно-Катанглийский%20участок%20недр%20расположен%20в,(ВЭЗ)%20и%20сейсморазведку%20МОВ%20(ОГТ) (дата обращения: 12.11.2022)
44	Катангли. Нефтяное месторождение. URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/sakhalinskaja_oblast/katangli/13-1-0-1096 (дата обращения: 12.11.2022)
45	Катангли — история освоения сахалинского месторождения. URL: https://sakh-nefteyanik.ru/news/gorod/katangli-istoriya-osvoeniya-sakhalinskogo-mestorozhdeniya (дата обращения: 12.11.2022)
46	Приобское месторождение. URL: https://neftegaz.ru/news/drill/671861-nachalnye-izvlekaemye-zapasy-rosnefti-na-priobskom-mestorozhdenii-uvlechilis-na-41-6-mln-t-nefti (дата обращения: 13.11.2022)
47	НГДУ «Катанглинефтегаз». URL: https://sakh.online/news/18/2018-06-18/ngdu-katanglineftegaz-204034 (дата обращения: 13.11.2022)
48	Анализ текущего состояния разработки северо-тарасовского нефтяного месторождения. URL: http://id-yug.com/images/id-yug/SET/2020/3/2020-3-331-358.pdf#:~:text=Всего%20по%20месторождению%20накопленная%20добыча,закачано%20315%20тыс.%20м3%20воды (дата обращения: 13.11.2022)
49	Ванкорское нефтегазовое месторождение. URL: http://my.krskstate.ru/docs/minerals/vankorskoe-mestorozhdenie (дата обращения: 13.11.2022)
50	Даниловское месторождение. URL: https://www.chem21.info/article/111718 (дата обращения: 13.11.2022)

Окончание табл.

Индекс в табл. 2	Ссылка на источник
51	Даниловское месторождение. URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/irkutskaja_oblast/danilovskoe/49-1-0-1175 (дата обращения: 13.11.2022)
52	Ханты-Мансийский автономный округ. URL: https://www.kommersant.ru/doc/1020998 (дата обращения: 13.11.2022)
53	Харьягинское месторождение. URL: fb.ru https://fb.ru/article/280312/haryaginskoe-mestoroidenie-neftyanoe-mestoroidenie-v-nenetskom-avtonomnom-okruge (дата обращения: 13.11.2022)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Боровиков И.С. Состояние фонда месторождений нефти и газа территорий Дальневосточного региона / И.С. Боровиков. — EDN JUTGHN // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2008. — Т. 3, № 4. — URL: http://www.ngtp.ru/rub/4/55_2008.pdf.
- Главные направления развития нефтяного комплекса России в первой половине XXI века / А.Э. Конторович, Л.М. Бурштейн, В.Р. Лившиц, С.В. Рыжкова. — DOI 10.31857/S0869-587389111095-1104. — EDN HLSMPE // Вестник Российской академии наук. — 2019. — Т. 89, № 11. — С. 1095–1104.
- Коржубаев А.Г. Прогноз развития нефтяной и газовой промышленности Восточной Сибири и Дальнего Востока / А.Г. Коржубаев, И.В. Филимонова, Л.В. Эдер. — EDN OXWVYF // Технологии нефти и газа. — 2011. — № 4. — С. 3–9.
- Тараканов М.А. Развитие нефтегазового комплекса смежных территорий (Иркутской области и Республики Саха (Якутия)) / М.А. Тараканов, А.Ф. Манжигеев. — EDN IKPRKJ // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2007. — № 6 (56). — С. 55–60.
- Суходолов Я.А. Реализация восточной газовой программы и перспективы освоения газовых ресурсов Восточной Сибири / Я.А. Суходолов. — DOI 10.17150/1993-3541.2014.24(6).63-71. — EDN TEJYSZ // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2014. — № 6 (98). — С. 63–71.
- Новиков А.В. Характеристика месторождений нефти, газа и конденсата в Иркутской области / А.В. Новиков, Е.Ю. Богомолова, И.С. Кородюк. — DOI 10.17150/2500-2759.2017.27.(4).459-467. — EDN ZUFGKD // Известия Байкальского государственного университета. — 2017. — Т. 27, № 4. — С. 459–467.
- О классификации нефтегазовых месторождений по степени природной и техногенной опасности / Д.М. Филатов, С.Э. Никифоров, Ю.Б. Баранов, Е.В. Киселевский. — EDN RUDZYF // Вести газовой науки. — 2010. — № 2 (5). — С. 169–174.
- Трубецкой К.Н. Экологические аспекты технологической парадигмы минерально-сырьевого комплекса при устойчивом развитии природы и общества / К.Н. Трубецкой, Ю.П. Галченко. — DOI 10.46689/2218-5194-2022-1-1-18-38. — EDN WVEWUZ // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. — 2022. — № 1. — С. 18–38.
- Русецкая Г.Д. Недропользование в нефтегазовом комплексе: закономерности использования и сохранения экологических систем / Г.Д. Русецкая. — DOI 10.17150/2500-2759.2019.29(4).523-532. — EDN ROCZON // Известия Байкальского государственного университета. — 2019. — Т. 29, № 4. — С. 523–532.
- Эдер Л.В. По пути к попутному. На ухабах ПНГ / Л.В. Эдер, И.В. Проворная, И.В. Филимонова. — EDN YPLRNZ // Бурение и нефть. — 2018. — № 12. — С. 4–14.
- Боравский Б.В. Методические подходы к оценке экологической эффективности предприятий нефтедобывающей промышленности / Б.В. Боравский, П.А. Коротков, Н.П. Короткова. — EDN QCIVLV // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2013. — № 3. — С. 49–55.
- Копылов И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов : дис. ... д-ра геол.-минерал. наук : 25.00.36 / И.С. Копылов. — Пермь, 2014. — 350 с.
- Акчурин Л.И. Экологические риски освоения нефтегазовых месторождений Арктического шельфа Российской Федерации: подходы и решения / Л.И. Акчурин, Б.М. Малашенков. — EDN CWTEML // Инновации и инвестиции. — 2019. — № 2. — С. 266–269.
- Типизация нефтяных месторождений при оценке воздействия на окружающую среду и здоровье населения / Р.Б. Порваткин, Е.Л. Борщук, А.И. Верещагин, М.В. Боев. — EDN RPJUXF // Здоровье населения и среда обитания. — 2013. — № 11 (248). — С. 22–24.
- Горленко Н.В. Комплексная оценка экологических рисков объектов нефтегазодобычи / Н.В. Горленко, М.А. Мурзин, С.С. Тимофеева. — DOI 10.24411/0131-4270-2020-10110. — EDN DCSZYA // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. — 2020. — № 1. — С. 48–52.
- Сергеева И.Г. Идентификация и оценка экологических рисков компаний нефтегазового сервиса / И.Г. Сергеева, Н.А. Схаб. — DOI 10.17586/2310-1172-2020-13-4-3-10. — EDN UHVBNP // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер.: Экономика и экологический менеджмент. — 2020. — № 4. — С. 3–10.
- ESG: три буквы, которые меняют мир : докл. к XXIII Ясин. (Апр.) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г. / И.В. Ведерин, К.И. Головщинский, М.И. Давыдов [и др.] ; под науч. ред. К.И. Головщинского. — Москва : Изд-во ВШЭ, 2022. — 138 с.

REFERENCES

1. Borovikov I.S. Funds of Oil and Gas Fields on the Territory of the Far Eastern Region. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika = Petroleum Geology. Theoretical and Applied Studies*, 2008, vol. 3, no. 4. URL: http://www.ngtp.ru/rub/4/55_2008.pdf. (In Russian). EDN: JUTGHN.
2. Kontorovich A.E., Burshtein L.M., Livshits V.R., Ryzhkova S.V. Main Directions of Development of the Oil Complex of Russia in the First Half of the Twenty-First Century. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk = Herald of the Russian Academy of Sciences*, 2019, vol. 89, no. 11, pp. 1095–1104. (In Russian). EDN: HLSMPE. DOI: 10.31857/S0869-587389111095-1104.
3. Korzhubaev A.G., Filimonova I.V., Eder L.V. Prediction of Oil and Gas Industry of Eastern Siberia and Far East Development. *Tekhnologii nefi i gaza = Oil and Gas Technologies*, 2011, no. 4, pp. 3–9. (In Russian). EDN: OXWVYF.
4. Tarakanov M.A., Manzhigeev A.F. The Development of Oil and Gas Complex of Adjacent Territories (Irkutsk Region and Republic of Sakha (Yakutia)). *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy*, 2007, no. 6, pp. 55–60. (In Russian). EDN: IKPRKJ.
5. Sukhodolov Ya.A. The Eastern Gas Program Implementation and the Prospects of East Siberian Gas Resources Development. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy*, 2014, no. 6, pp. 63–71. (In Russian). EDN: TEJYSZ. DOI: 10.17150/1993-3541.2014.24(6).63-71.
6. Novikov A.V., Bogomolova E.Yu., Korodyuk I.S. Characteristics of Oil, Gas and Gas Condensate Fields of Irkutsk Oblast. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2017, vol. 27, no. 4, pp. 459–467. (In Russian). EDN: ZUFGKD. DOI: 10.17150/2500-2759.2017.27.(4).459-467.
7. Filatov D.M., Nikiforov S.E., Baranov Yu.B., Kiselevskii E.V. On classification of oil and gas fields by degree of natural and man-made danger. *Vesti gazovoi nauki = News of Gas Science*, 2010, no. 2, pp. 169–174. (In Russian). EDN: RUDZYF.
8. Trubetskoi K.N., Galchenko Yu.P. Environmental Aspects of the Technological Paradigm of the Mineral and Raw Resources Complex under a Sustainable Development of Nature and Society. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle = Izvestiya Tula State University. Sciences of Earth*, 2022, no. 1, pp. 18–38. (In Russian). EDN: WVEWUZ. DOI: 10.46689/2218-5194-2022-1-1-18-38.
9. Rusevskaya G.D. Exploitation of Natural Resources in Oil and Gas Industry: Common Factors of Use and Conservation of Ecological Systems. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2019, vol. 29, no. 4, pp. 523–532. (In Russian). EDN: POCZON. DOI: 10.17150/2500-2759.2019.29(4).523-532.
10. Eder L.V., Provornaya I.V., Filimonova I.V. On the Way to the Prosperous. *Apg Bumps. Burenie i nef' = Drilling and Oil*, 2018, no. 12, pp. 4–14. (In Russian). EDN: YPLRNZ.
11. Boravskii B.V., Korotkov P.A., Korotkova N.P. Methodological Approaches to the Assessment of Environmental Efficiency of Oil Industry Companies. *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie = Mineral Resources of Russia. Economics and Management*, 2013, no. 3, pp. 49–55. (In Russian). EDN: QCIVLV.
12. Kopylov I.S. *Scientific and methodical bases of geocological research of oil and gas regions and assessment of geological safety of cities and objects with the use of remote methods. Doct. Diss.* Perm, 2014. 350 p.
13. Akchurin L.I., Malashenkov B.M. Environmental Risks of Development of Oil and Gas Fields of the Arctic Shelf of the Russian Federation: Approaches and Decisions. *Innovatsii i investitsii = Innovation and Investment*, 2019, no. 2, pp. 266–269. (In Russian). EDN: CWTEML.
14. Porvatkin R.B., Borshchuk E.L., Vereshchagin A.I., Boev M.V. Typification of Oil Fields at an Assessment of Impact on Environment and Population Health. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya — ZNiSO = Public Health and Life Environment — Ph&Le*, 2013, no. 11, pp. 22–24. (In Russian). EDN: RPJUXF.
15. Gorlenko N.V., Murzin M.A., Timofeeva S.S. Comprehensive Assessment of Environmental Risks at Oil and Gas Production Facilities. *Transport i khranenie nefteproduktov i uglevodородного syr'ya = Transport and Storage of Oil Products and Hydrocarbons*, 2020, no. 1, pp. 48–52. (In Russian). EDN: DCSZYA. DOI: 10.24411/0131-4270-2020-10110.
16. Sergeeva I.G., Skhab N.A. Identification and Assessment of Environmental Risks for Oil and Gas Service Companies. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskii menedzhment = Scientific Journal of NIU ITMO. The Series «Economics and Environmental Management»*, 2020, no. 4, pp. 3–10. (In Russian). EDN: UHVBNP. DOI: 10.17586/2310-1172-2020-13-4-3-10.
17. Vederin I.V., Golovshinskij K.I., Davydov M.I., Petko B.B., Sabirova M.S., Terskov S.V., Shishkin E.A.; Golovshinskij K.I. (ed.). *ESG: three letters that change the world. Report XXIII Yasin (April) International Scientific Conference on the Problems of Economy and society Development, Moscow, 2022.* Moscow, National Research University Higher School of Economics Publ., 2022. 138 p.

Информация об авторах

Каницкая Людмила Васильевна — доктор химических наук, профессор кафедры отраслевой экономики и управления природными ресурсами, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: kanlv@mail.ru.

Стасевич Юлия Ивановна — студент, Институт народного хозяйства, Байкальский государственный

Authors

Lyudmila V. Kanitskaya — D.Sc. in Chemistry, Professor of the Department of Industrial Economics and Natural Resources Management, Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: kanlv@mail.ru.

Yulia I. Stasevich — Student, Institute of National Economy, Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: stasevich.s.y@mail.ru.

университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: stasevich.s.y@mail.ru.

Балданова Вероника Александровна — студент, Институт народного хозяйства, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: V.baldanova3008@gmail.com.

Буханцова Ева Евгеньевна — студент, Институт народного хозяйства, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: Evak9732@gmail.com.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования

О результатах применения модифицированной методики ранжирования месторождений углеводородов по степени природной, техногенной и экологической опасности / Л.В. Каницкая, Ю.И. Стасевич, В.А. Балданова, Е.Е. Буханцова. — DOI 10.17150/2500-2759.2023.33(2).402-417. — EDN THRFJK // Известия Байкальского государственного университета. — 2023. — Т. 33, № 2. — С. 402–417.

Veronika A. Baldanova — Student, Institute of National Economy, Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: V.baldanova3008@gmail.com.

Eva E. Bukhantsova — Student, Institute of National Economy, Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: Evak9732@gmail.com.

Contribution of the Authors

The authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

For Citation

Kanitskaya L.V., Stasevich Yu.I., Baldanova V.A., Bukhantsova E.E. On the Results of Using the Modified Procedure for Ranking Hydrocarbon Fields by Degree of Natural, Man-Made and Ecological Hazard. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta* = *Bulletin of Baikal State University*, 2023, vol. 33, no. 2, pp. 402–417. (In Russian). EDN: THRFJK. DOI: 10.17150/2500-2759.2023.33(2).402-417.