

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ВЫРАБОТКЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ПРОЕКТОВ РАЗВЕДКИ НА НЕФТЬ И ГАЗ ПО БАССЕЙНАМ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

© **Д.К. Ажгалиев,**

кандидат геолого-минералогических наук,
компания «Недра Инжиниринг»,
ул. Достык, 5/1,
010000, Астана,
Республика Казахстан
эл. почта: dulat.azhgaliev@gmail.com

В статье рассмотрен опыт геологоразведочных (далее – ГРП) работ в области нефти и газа в Казахстане; предложен алгоритм оценки проектов разведки нефти и газа на различных бассейнах в целях более объективного определения их перспективности для дальнейшего изучения и освоения. Предложенные критерии основаны на закономерностях геологического строения и имеющихся горно-геологических условиях разреза, полученные в результате изучения и освоения хорошо изученных промышленно-нефтегазоносных бассейнов (Прикаспийский, Южно-Торгайский бассейн, Устюрт-Бозаши и Мангышлак). Критерии базируются на основных геолого-геофизических факторах и параметрах (степень изученности, объем запасов, величина прогнозных ресурсов, геотектонические и ландшафтные особенности и др.). Данные критерии и подходы предлагается использовать операторам проектов с целью повышения эффективности разведки при изучении и оценке перспектив восточных и юго-восточных бассейнов страны, в большей части которых промышленная нефтегазоносность еще не установлена.

Условия рыночных отношений заставляют операторов иметь по возможности максимально объективное представление о стоимости и степени перспективности территории, выбираемой в качестве возможного контрактного участка. Определение перспективности территорий и локальных объектов с целью рациональной постановки ГРП и последующего заключения контракта на недропользование предполагает осуществление всестороннего анализа значительного объема информации и данных. При этом территории и локальные объекты характеризуются многообразием геологических условий их формирования и образованный в результате этого тектонический облик.

Данное многообразие является фактором, от которого зависит выбор и набор критериев оценки перспективности. На практике в поле зрения, как правило, находятся общепринятые показатели оценки – объем запасов углеводородов (далее – УВ), глубина залегания целевых горизонтов, экономика проекта (доходы, расходы, прибыль).

Ключевые слова: проект, комплекс, критерий, оценка, категория запасов, осадочные бассейны, территория, показатель, перспективность, комплекс отложений, углеводороды, запасы нефти и газа, экономическая эффективность

© D.K. Azhgaliev

PRACTICAL APPROACHES IN DEVELOPING GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL ASSESSMENT CRITERIA FOR OIL AND GAS EXPLORATION PROJECTS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

«Nedra Engineering» Company,
5/1, ulitsa Dostyk,
010000, Astana,
Republic of Kazakhstan,
e-mail: dulat.azhgaliev@gmail.com

The article considers the experience of conducting oil and gas geological surveys in Kazakhstan and proposes an algorithm to assess oil and gas exploration projects within different basins in order to objectively determine their promising potential for further research and development. The proposed criteria are based on the patterns of the geological structure and existing mining and geological conditions of the geological section obtained through research and development of well-studied industrial oil and gas basins (Caspian, South-Torgay, Ustyurt-Bozashi and Mangyshlak). The criteria are based on key geological and geophysical factors and parameters (level of knowledge, reserve volume, forecast reserves, geotectonic and landscape features, etc.). These criteria and approaches are offered to be used by project operators in order to increase the exploration efficiency, mainly, when studying and evaluating the prospects of eastern and south-eastern basins of the country, in which for the most part their oil and gas-bearing capacity has not been established yet.

Market conditions make the operators have a maximally clear idea of the cost and promising potential of the area chosen as a possible contract site. Determining whether the area and local objects have any promising potential for rational geological survey and further conclusion of subsoil use contract involves a comprehensive analysis of a large amount of data. In this case the area and local objects under analysis are characterized by diverse geological conditions of their formation and the resulting tectonic pattern.

This diversity is the factor that dictates the selection and set of criteria for the assessment of the promising potential. In practice, general assessment indicators are taken into account. These are, as a rule, the volume of hydrocarbon reserves, depth of target horizons, and project economics (revenues, expenses, profits).

Key words: project, complex, criterion, assessment, reserve category, sedimentary basins, area, indicator, promising potential, complex of deposits, hydrocarbons, oil and gas reserves, economic efficiency

Общие подходы к определению критериев. В связи со сложностью геологических условий развития и формирования рассматриваемого конкретного объекта/актива учитываются некоторые усредненные параметры, которые априори якобы «справедливы»

применительно к различным осадочным бассейнам. Бассейны, между тем, принципиально отличаются между собой в зависимости от характеристики основных показателей (возраст главной складчатости, толщина осадочного чехла, наличие солеродного бассейна).

на и нефтегазоносных комплексов) и, соответственно, перспективами нефтегазоносности – запасами УВ. Объективный выбор необходимых для оценки оптимальных критериев предопределяет объемы и виды планируемых работ, методику их проведения.

Остановимся более подробно на геолого-геофизических критериях. Внутри осадочного бассейна территории и объекты для постановки нефтяных операций характеризуются разнообразием геологического строения в связи с принадлежностью к тем или иным тектоническим структурам различных порядков, которым соответствовал определенный режим образования и формирования. Первостепенная задача состоит в обоснованном выборе наиболее важных для соответствующих геологических условий и объективных критериев оценки, которые в дальнейшем позволят корректно сопоставить все внутренние параметры объекта с поисковыми требованиями и коммерческими характеристиками объекта. Выбор объектов для приобретения с целью постановки ГРП и последующего промышленного освоения должен основываться на сравнении и оценке нижеследующих важных геологических параметров:

- площадь и размеры бассейна, объемы и степень развития нефтегазоносных комплексов (далее – НГК), которые определяют категорию общей перспективности бассейна;
- общие сведения по объектам (географическое расположение разведочных блоков и структур, степень геолого-геофизической изученности и достоверности структурных построений, обоснованность подсчета перспективных запасов категории C_3);
- геолого-экономическая характеристика объектов (глубины залегания и пространственные параметры предполагаемых залежей, уровень и соотношение категорий запасов углеводородного сырья (далее – УВС), распределение запасов по вертикали в разрезе и площади);

- физико-химические свойства нефти и газа, в т. ч.: плотность, вязкость и наличие кислых компонентов;

- характеристика макро- и микро-неоднородностей пластов (пористость, проницаемость, эффективная толщина пластов с породами-коллекторами);

- дебитная характеристика, оценка возможностей вероятного увеличения запасов и перспективности в целом, близость к объектам инфраструктуры для осуществления добычи и транспортировки УВС.

С особой внимательностью рассматриваются факторы, влияющие на оценку перспективности отдельных залежей и НГК в пределах месторождений:

- тип бассейн и степень сложности внутреннего строения, наличие в разрезе НГК;

- степень и характеристика геолого-геофизической изученности;

- наличие и прогноз нефтегазоматеринских свит и непродуктивных комплексов отложений;

- степень развития и наличие в разрезе пород-коллекторов и пород-покрышек, которые могут выполнять функцию флюидоупора;

- степень тектонической активности территории в целом;

- вероятные типы и размеры прогнозируемых резервуаров нефти и газа;

- пределы изменения объемов геологических и извлекаемых запасов УВС;

- категории запасов УВС по сложности выработки и извлечения.

Характеристика нефтегазоносных и перспективных бассейнов. В настоящее время три крупных бассейна на западе страны (Прикаспийский бассейн, Устюрт-Бозаши и Мангышлак) и один Южно-Торгайский бассейн на востоке страны являются наиболее приоритетными и перспективными, характеризуются высокой динамикой и активностью проводимых поисковых работ [1]. Высокая степень изученности позволяет одновременно получать информацию об

участках с повышенной сложностью внутреннего строения. Территориально часть Прикаспийского бассейна на севере, примерно менее 1/4 часть его площади, расположена в пределах Российской Федерации [2]. Часть площади Мангышлака на юге и Устюрт-Бозаши на юго-востоке находится на территории прилегающей Туркмении и Узбекистана. Реализованный в пределах этих бассейнов Казахстана на данное время опыт проведенных поисковых исследований позволяет выработать количественные подходы к оценке перспективности и соответствующих критериев, которые, полагаем, будут представлять определенный интерес в практическом плане и для наших коллег – геологов и геофизиков вышеназванных сопредельных государств.

Наряду с отмеченными выше бассейнами, Шу-Сарысуский и Зайсанский бассейн на востоке Казахстана характеризуется мес-

торождениями с относительно меньшими масштабами нефтегазоносности, являются преимущественно газоносными (рис. 1) [1; 3]. Вполне понятно, что фактор нефтегазоносности предопределяет наличие более четких критериев, в отличие критериев, используемых при оценке девяти малоизученных бассейнов с неустановленной продуктивностью.

Отметим главные особенности строения и характеристики упомянутых бассейнов с промышленной нефтегазоносностью.

1. В оценке перспектив нефтегазоносности Прикаспийского бассейна, главного промышленно нефтегазоносного региона отдельно рассматривается суша и акватория Каспийского моря. С освоения сухопутной части бассейна (125 лет назад) берет начало история нефтегазовой индустрии страны [4; 5]. Как известно, активному изучению акватории

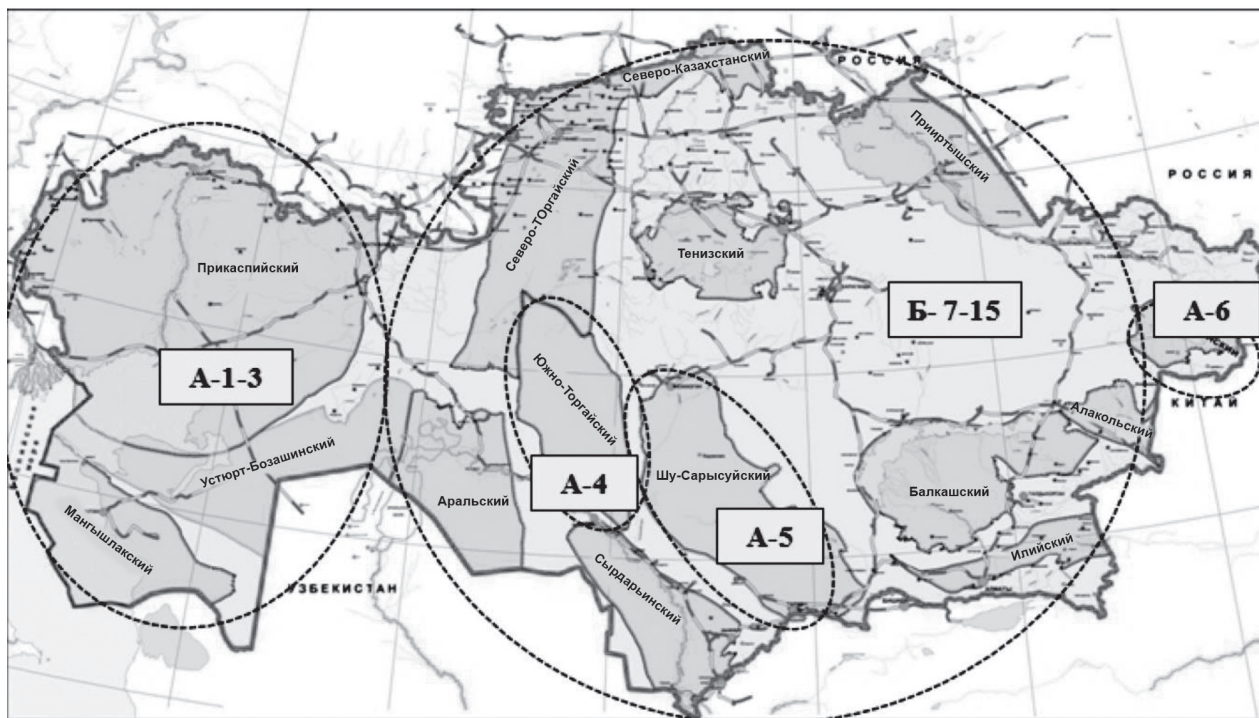


Рис. 1. Нефтегазоносные и перспективные осадочные бассейны Казахстана

Примечание – А. Нефтегазоносные бассейны (всего 6). Западный Казахстан: А-1-3 – Прикаспийский, Устюрт-Бозашинский, Мангышлак. Юго-Восточный Казахстан: А-4 – Южно-Торгайский, А-5 – Шу-Сарысуский, А-6 – Зайсанский.

Б. Перспективные бассейны (всего 9). Юго-Восточный Казахстан: Б-7-15 – Арал, Сырдарьинский, Балхашский, Тенизский, Прииртышский, Алакольский, Илийский, Северо-Казахстанский, Северо-Торгайский

эффективности месторождения с глубинами залегания свыше 2,0 км должны содержать запасы не менее 20,0 млн тонн нефти.

в) Отдельно оценивается надсолевой комплекс, в т. ч.: переходная и глубоководная зоны моря в пределах акватории Северного Каспия [6]. При этом, перспективными представляются мезозойские отложения в переходной зоне с запасами не менее 30 млн тонн на глубинах до 3,5 км [7]. В глубоководной части моря перспективность мезозойского комплекса (с учетом необходимости соответствия такого проекта предельным экономическим показателям) будет высокой при извлекаемых запасах порядка 100 млн тонн на глубинах до 3,5 км.

2. Следующими по степени концентрации и активности поисковых работ являются Устюрт-Бозашинский и Мангышлакский бассейны (суша и акватория Среднего Каспия). Оба бассейна расположены в западной части Туранской плиты. При обосновании критериев данная общность их формирования позволяет рассматривать их совместно. Продуктивность в них связана с мезозоем (триас, юра и нижний мел) и кайнозоем (палеоген). В разрезе выделяется 2 части: доюрский комплекс и мезо-кайнозойская часть. В первом, в свою очередь, отдельно рассматривается палеозойский комплекс, который благодаря получению значимых положительных результатов в ряде районов отнесен в последнее время к категории высокоперспективных отложений.

Анализ результатов поисковых работ и состояния разработки месторождений позволяет для Устюрт-Бозаши выделить с учетом обосновываемых критериев наиболее перспективные объекты, для которых оценка извлекаемых запасов составляет порядка 5,0–10,0 млн тонн. Глубины залегания продуктивных комплексов – 2,0–2,5 км и более.

На Мангышлаке (суша) наиболее изученной зоной является Жетыбай-Узеньская ступень и одноименная зона нефтегазона-

копления. На суше наиболее эффективным освоением будут отличаться, скорее всего, объекты, отвечающие следующим условиям по извлекаемым запасам: порядка 1,0 млн тонн – до 1,0 км, 1,0–3,0 млн тонн – до 1,5 км, 3,0–5,0 млн тонн – до 2,0 км, 5,0–10,0 млн тонн – 2,5 км.

В случае с проектами на акватории Среднего Каспия в мезозойских отложениях, объемы запасов в целях рентабельного освоения должны оцениваться на порядок выше. В случае необходимости проведения оценки с учетом получения первых положительных результатов на Северном и Среднем Каспии в последние годы наиболее приемлемым для их рентабельного освоения является вариант, основанный на получении синергетического эффекта.

3. Следующим по объему размещения поисков и степени перспективности и, соответственно, выработке относительно эффективных критериев при оценке привлекательным является Южно-Торгайский бассейн – сравнительно новый нефтегазоносный регион на юго-востоке страны. За последние десять лет в нем существенно повысилась активность ГРП и статистика обнаружений залежей УВ. В настоящее время открыто 40 месторождений [1]. Они характеризуются незначительным «разбросом» в значениях показателей, особенно в отношении объемов запасов [1; 3]. Все залежи связаны с юрскими и нижнемеловыми отложениями. В последние годы значительные по оценкам региона скопления УВ обнаружены в толще палеозоя и отложениях «коры выветривания» фундамента.

Эффективное развитие нефтяных операций в Южно-Торгайском бассейне является сопутствующим фактором для активизации поисковых исследований и последующего развития нефтегазовой отрасли юга страны, вовлечения в сферу нефтяных операций перспективных земель на остальных мезо-кайнозойских впадинах. Базовыми условиями в

анализе их перспективности будут являться показатели по Южному Торгаю. В соответствии с этим и, поскольку объекты с предполагаемыми месторождениями связаны с антиклиналями, в Южно-Торгайском бассейне [1] наиболее рентабельными будут являться объекты со следующими параметрами: 0,5–5,0 млн тонн – до 1,5 км, 5,0–10,0 млн тонн – до 2,5 км, более 10,0 млн тонн – до 3,0 км.

В последнее время возникает необходимость рассмотрения объектов и перспективных блоков, располагающихся в странах ближнего и дальнего зарубежья. Для алгоритма оценки их перспективности с точки зрения высокой эффективности освоения, учитываются следующие критерии:

а) категория бассейна НГК по сложности тектонического строения и условий залегания. В данном отношении следует учитывать в анализе особенности строения локальных объектов в палеозойской и мезозойской толще, а также закономерности пространственного размещения прогнозных ловушек по опыту Прикаспийского бассейна для оценки объектов по Шу-Сарыускому бассейну в связи с развитием в разрезе данных бассейнов мощной соленосной толщи [3].

б) степень геолого-геофизической изученности;

в) объемы геологических и извлекаемых запасов и их категории;

г) геолого-экономические показатели;

д) объективная степень риска освоения и проведения нефтяных операций на территориях административно за пределами Казахстана.

С учетом вероятных сценариев оценки различных показателей контактного участка (в плане соответствия их в дальнейшем надлежащему уровню рентабельности и экономической привлекательности), рассчитанных на примере отмеченных выше относительно более изученных промышленно-нефтегазовых бассейнов, целесообразно использовать данный наработанный опыт при рас-

смотрении аналогичных вопросов в отношении остальных бассейнов, расположенных на востоке и юго-востоке.

4. Оценка проектов разведки на нефть и газ на всей территории восточных и юго-восточных бассейнов. Подход и основные критерии в этом случае определяются следующим.

4.1. Предварительная «входная оценка» перспективности бассейна/ зоны/ площади. Данный критерий зависит от наличия или отсутствия нефтегазоматеринских и нефтегазопродуктивных комплексов, пород-коллекторов, резервуаров (структурный и неструктурный типы). При наличии всех этих трех базовых показателей оцениваемый осадочный бассейн / территория могут «проходить» для дальнейшего анализа. При отсутствии одного из этих параметров бассейн / территория оценивается как не представляющие экономического и практического интереса в соответствии со следующим простым алгоритмом оценки: $(1 \times 1 \times 1 = 1)$ или $(1 \times 1 \times 0 = 0)$.

4.2. Оценка бассейнов по объему нефтегазоносного потенциала. Данный показатель представляется особенно важным на предварительном этапе и при условии слабоизученных бассейнов. Рассматриваются несколько категорий объектов, для которых одинаково принимается 4 нижеследующие градации с соотношением выявленных и перспективных запасов: не менее 50% высокая оценка (4); в пределах 30–50%, средняя оценка (3); 10–30% низкая оценка (2); до 10% малоперспективная оценка (1). Итак, по данному критерию оценки предполагаются различные категории объектов в зависимости от крупности и объема запасов ожидаемого месторождения УВ (в соответствии с утвержденной классификацией месторождений УВС в РК).

4.3. Вероятность обнаружения перспективных объектов по размерам. В этом случае рассматриваются категории объектов по степени и уровню изученности бассейна или

комплекса. Предполагается, что вероятность выявления больших структур зависит от степени изученности. Чем выше изученность, тем менее вероятны крупные структуры. В некоторых случаях, с позиции сложности геологического строения объекта данная зависимость не оправдывается, т.к. выявление крупных объектов не возможно без комплексного проведения и подхода исследований.

4.4. Вероятность обнаружения перспективных объектов/ структур по соответствию времени заложения и миграции УВ. Положительно оцениваются следующие варианты с характеристикой (показатель 1) формирования и заложения структуры: относительно более древнее заложение и «сквозное» развитие, прерывистое развитие в периоды миграции, прегрбенный характер и развитие объекта до миграции, наложенный характер развития вместе с периодом миграции.

Отдельно рассматриваются структуры, сформированные после миграции УВ (показатель 0).

4.5. Перспективность объектов в зависимости от категории запасов. Очевидно, что выше и рентабельнее варианты с объемами запасов более высоких категорий (C1+C2), выявленные и подсчитанные по данным бурения и испытания скважин.

В дальнейшем целесообразно обеспечить внедрение новой системы оценки для отдельных объектов с сохранением существующей системы для площадей и месторождений на остальной территории (рис. 2). Можно констатировать, что по итогам многолетней практики большое число крупных проектов разведки (на суше и акватории) характеризовались весьма значительными экономическими издержками из-за отсутствия эффективных подходов в их оценке на предварительном этапе [7; 8].

Заключение и основные выводы:

– опыт аналитических работ и геолого-геофизических исследований на территории Казахстана в перспективе делает необходимым отдельно рассматривать крупные бас-

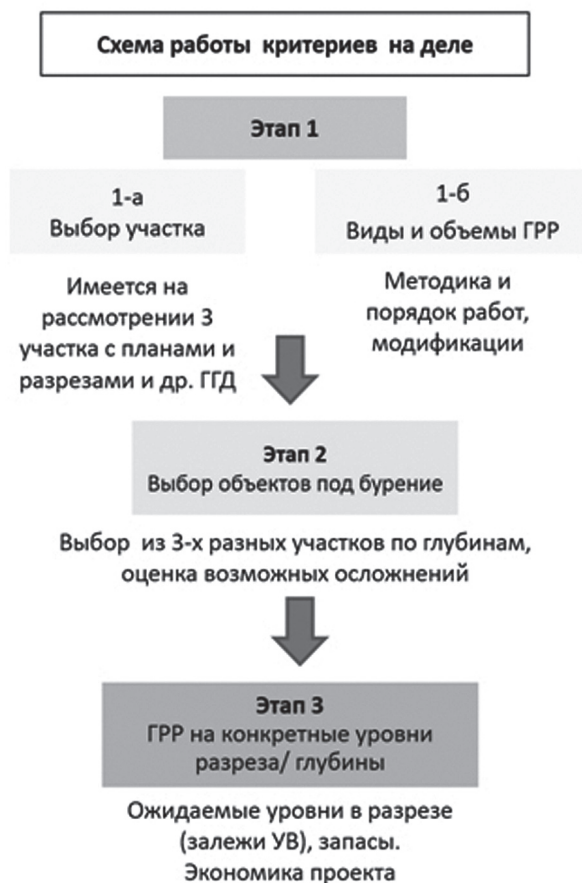


Рис. 2. Схема работы критериев по оценке проектов разведки на нефть и газ

сейны и на более детальной стадии обосновывать применительно к данному бассейну «внутренние» критерии оценки и факторы.

– предложенные критерии оценки проектов разведки на нефть и газ носят в некоторой мере субъективный характер в зависимости от категории представляющих в их составе территорий и не являются в абсолютной мере концептуальными. Однако и в тоже время они все же служат вполне определенными и конкретными ориентирами при оценке перспективности и коммерческой привлекательности территорий.

– практика проведения поисковых работ на хорошо изученных бассейнах и территориях позволяет выработать основу и главные принципы для обоснования критериев оценки перспективности и определения стоимости участков или объектов в целях фор-

мирования практических подходов для этого в отношении бассейнов с низкой изученностью и еще неподтвержденной нефтегазоносностью.

– в целях повышения активности в вопросах изучения строения и перспектив нефтегазоносности 9-ти восточных и юго-восточ-

ных бассейнов (Прииртышский, Тенизский, Балхашский и др.) предлагается учесть нарабатанный опыт оценки проектов на разведку, что не менее важно с точки зрения привлечения для этого дополнительных инвестиций, расширения сферы услуг в нефтегазовой и геологоразведочной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нефтегазоносные бассейны Казахстана и перспективы их освоения // Под ред. Куандыкова Б.М., Акчулакова У.А., Ескожа Б.А., Куантаева Н.Е., Матлошинского Н.Г., Таскинбаева К.М., Трохименко М.С., Туркова О.С., Назарова М.Ш. Общественное объединение «Казахстанское Общество нефтяников-геологов». Алматы: Гылым, 2015. 476 с.
2. Надиров Н.К. Высоковязкие нефти и природные битумы. Алматы: Гылым, 2001. Том 1. 355 с.
3. Справочник месторождений нефти и газа Казахстана // Под ред. Абдуллина А.А., Воцалевского Э.С., Куандыкова Б.М. М.: Недра, 1993. 247 с.
4. Нефть и газ Независимого Казахстана. Ассоциация «КазЭнерджи». Астана: Гылым, 2017. 351 с.
5. Надиров Н.К. Нефть и газ Казахстана. Алматы: Гылым, 1995. Ч. 1. 320 с.; Ч. 2. 237 с.
6. Исмагилов Д.Ф., Козлов В.Н., Терехов А.А. Систематизация представлений о геологическом строении и перспективах нефтегазоносности Северного Каспия // Геология нефти и газа. Москва: Недра, 2003. № 1. С. 10–17.
7. Марабаев Ж.Н., Жолтаев Г.Ж., Утегалиев С.А. Байымбетов А.Ж., Досмухамбетов М.Д., Исказиев К.О., Битеуова С.А., Джамикешев А.М. Геологическое строение Северного и Среднего Каспия. Астана: Гылым, 2005. 191 с.
8. Матлошинский Н.Г. Нефтегазоносность девонских отложений Прикаспийской впадины // Нефть и газ. Алматы. 2013. № 3. С.7–791.

REFERENCES

1. Neftegazonosnye basseyny Kazakhstana i perspektivy ikh osvoeniya [Oil and gas basins of Kazakhstan and prospects for their development]. Kuandykov B.M., Akchulakov U.A., Eskozh B.A., Kuantaev N.E., Matloshinsky N.G., Taskinbaev K.M., Trokhimenko M.S., Turkov O.S., Nazarov M.Sh. (eds) Almaty, Gylym. 2015, p. 476.
2. Nadirov N.K.. Vysokovyazkie nefiti i prirodnyye bitумы. [Highly viscous oils and natural bitumens]. Vol. 1. Almaty, Gylym, 2001. 355 p.
3. Spravochnik mestorozhdeniy nefiti i gaza Kazakhstana [Guide to oil and gas fields of Kazakhstan]. A.A. Abdullin, E.S. Votsalevsky, B.M. Kuandykov (eds) Moscow, Nedra, 1993. 247 p.
4. Neft i gaz Nezavisimogo Kazakhstana. [Oil and gas of Independent Kazakhstan]. Astana, 2017, 351 p.
5. Nadirov N.K. Neft i gaz Kazakhstana. [Oil and Gas of Kazakhstan]. Vol. 1. Almaty, 237 p.
6. Ismagilov D.F., Kozlov V.N., Terekhov A.A. Sistematzatsiya predstavleniy o geologicheskom stroenii i perspektivakh neftegazonosnosti Severnogo Kaspiya [Systematization of knowledge of the geological structure and prospects for oil and gas-bearing potential in the North Caspian Region]. Geologiya nefiti i gaza – Oil and Gas Geology, Moscow, Nedra, 2003, no. 1, p. 10–17;
7. Marabaev Zh.N., Zholtaev G.Zh., Utegaliev S.A. Baiymbetov A.Zh., Dosmukhambetov M.D., Iskaziev K.O., Biteuova S.A., Dzhamikeshev A.M. Geological structure of the North and Middle Caspian Region. Astana, Gylym, 2005. 191 p.
8. Matloshinsky N.G. Neftegazonosnost devonskikh otlozheniy Prikaspiyskoy vpadiny. [Oil and gas-bearing potential of Devonian deposits in the Caspian Lowland]. Neft i gaz – Oil and Gas, Almaty, 2013, no. 3. pp. 77–91.