

МЕТОДОЛОГИЯ

УДК 338.012

DOI: 10.17223/19988648/43/1

И.В. Филимонова, Л.В. Эдер, И.В. Проворная, Д.С. Юва

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ И МЕТОДОЛОГИИ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ¹

В статье рассмотрены этапы развития теории и методологии геолого-экономической оценки ресурсов углеводородов в России, выделены особенности этапов развития и дана их периодизация. Исследована эволюция взглядов на выбор критерия экономической эффективности освоения месторождений. Выделены особенности современного этапа развития геолого-экономического моделирования, приведен сравнительный анализ методов учета риска. Представлены направления совершенствования методики геолого-экономической оценки. Ключевые слова: геолого-экономическая оценка, стоимостная оценка, ресурсы, запасы, месторождения, нефть, газ, риск, рента.

Введение

Развитие методики и методологии геолого-экономической оценки запасов и ресурсов углеводородов освоения месторождения началось в XX в. и до настоящего времени активно совершенствуется, поскольку является главным инструментом государства и компаний по выбору и экономическому обоснованию приоритетных направлений геолого-разведочных работ и вариантов разработки месторождений и участков недр.

Необходимость проведения геолого-экономической оценки или технико-экономических расчетов, которые обосновывают экономическую целесообразность вовлечения в разработку запасов и ресурсов нефти и газа, закреплена в ряде нормативно-правовых актов, регулирующих недропользование в России, основные из них:

– Закон РФ «О недрах» от 21 февраля 1992 г. № 2395-I (Статья 23.1. Геолого-экономическая и стоимостная оценки месторождений полезных ископаемых и участков недр);

– Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 1 ноября 2013 г. № 477 «Об утверждении Классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов»;

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-010-01032 и гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МД-6723.2018.6.

– Федеральный закон от 30 декабря 1995 г. № 225-ФЗ «О соглашениях о разделе продукции»;

– Федеральный закон от 30 ноября 1995 г. № 187-ФЗ «О континентальном шельфе Российской Федерации».

До настоящего времени не сформировано на государственном уровне единых норм геолого-экономической оценки объектов недропользования, хотя за годы действия ФЗ «О недрах» на уровне и государства, и компаний выработалось понимание общего алгоритма расчетов и ключевых критериев экономической оценки запасов и ресурсов нефти и газа. Особенностью современного этапа развития методов геолого-экономической оценки является то, что принципиально изменяются геологические, сырьевые, экономические и технологические условия поиска, разведки и добычи углеводородного сырья. В настоящее время существует потребность в разработке экономических моделей, учитывающих возрастающую роль мелких и мельчайших месторождений, лицензионных участков с наличием только ресурсов, требующих подтверждения, смещение центров добычи в удаленные и слабо инфраструктурно развитые регионы России, а также увеличение доли трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов нефти и газа.

Дальнейшее совершенствование методов геолого-экономической оценки продиктовано теми вызовами и угрозами, с которыми сталкивается отрасль на современном этапе. Значительная волатильность конъюнктуры мировых энергетических рынков, изменчивость цен на сырье и другие показатели экономической оценки определяют необходимость серьезного развития методических подходов к учету рисков. Кроме того, на современном этапе нефтяная промышленность сталкивается со значительными сдвигами в структуре сырьевой базы, географии добычи, типе добываемого жидкого и газообразного углеводородного сырья (нефть и конденсат, природный и попутный газ и др.), все это определяет направления совершенствования методологии геолого-экономической оценки.

В конечном итоге процесс развития методологии геолого-экономической оценки должен быть основан на накопленных знаниях и опыте в области моделирования процессов геологоразведки, добычи, транспортировки и экономики углеводородного сырья, обосновании выбора рациональных и приоритетных направлений воспроизводства и ряда других. В настоящее время развитие инструментария геолого-экономического прогнозирования нуждается в разработке новых алгоритмов, представляющих систему комплексных расчетных моделей на всех стадиях освоения ресурсов углеводородов. Основными положениями алгоритма должны стать учет единых макроэкономических сценариев, дезинтеграция отдельных блоков модели и работа с ними, соединимость входных и выходных показателей в блоках модели.

Задачи развития методики и методологии геолого-экономической оценки

В соответствии с законодательством о недропользовании объектом геолого-экономической оценки могут выступать разномасштабные нефтегазовые объекты, разные по типу и степени изученности в части геологических аспектов, т.е. соотношения категорий запасов и ресурсов. На разных этапах геолого-экономической оценки объектами могут являться нефтегазовый комплекс в целом, нефтегазоносная провинция, область, район, участок недр, подлежащий лицензированию, подготовленная ловушка, месторождение, залежь [1].

Цели этапов проведения геолого-экономической оценки определяют ее задачи (рис. 1).

Государственный уровень

- Планирование доходов государства от освоения месторождений полезных ископаемых.
- Обоснование направлений воспроизводства минерально-сырьевой базы нефтегазоносных провинций (областей, регионов и т.д.).
- Планирование и оценка эффективности регионального этапа геологоразведочных работ.
- Обоснование стартового размера разового платежа за право пользования недрами.

Корпоративный уровень

- Обоснование итогового размера разового платежа за право пользования недрами.
- Планирование и оценка эффективности поисково-оценочного и разведочного этапов геологоразведочных работ.
- Обоснование целесообразности ввода месторождения в разработку (опытно-промышленная эксплуатация и разработка месторождения).
- Планирование эксплуатационной доразведки месторождения.

Рис. 1. Классификация направлений геолого-экономической оценки запасов и ресурсов углеводородов. *Источник:* составлено авторами

В современной системе недропользования можно выделить два крупных направления приложения геолого-экономической оценки:

1. *Государственный уровень* – прогноз показателей программ воспроизводства минерально-сырьевой базы России и лицензионной политики (обоснование приоритетных направлений региональных и поисково-оценочных геолого-разведочных работ, а также уровня ассигнований на их проведение, оценка объема прироста запасов и стоимости их подготовки).

2. *Корпоративный уровень* – технико-экономическое обоснование рентабельности подготовки и ввода в разработку запасов и ресурсов при усло-

вии наиболее полного извлечения из недр. Это происходит на основании решения задачи максимизации достигаемого технологического уровня и оптимизации применения новых методов интенсификации добычи нефти.

Поэтому геолого-экономическая оценка – это прикладной инструмент выбора эффективного решения в области освоения недр как со стороны государства, так и компаний.

Результаты периодизации этапов развития методических подходов к геолого-экономической оценке

Поскольку усиливается конкуренция за перспективные участки недр, то происходит повышение экономической оценки полезных ископаемых, одновременно совершенствуются алгоритм и критерии геолого-экономической оценки. Важно отметить, что факторами, существенно повлиявшими на трансформацию взглядов на объект оценки и задачи геолого-экономического прогнозирования, стали:

- во-первых, изменение географии поисковых и разведочных работ на нефть и газ и структуры минерально-сырьевой базы [2]. Так, долгие годы фокус внимания в экономической оценке состоял в следующем – решалась задача доказательства экономической эффективности вовлечения в хозяйственный оборот определенных запасов месторождений. Уникальные запасы нефти месторождений европейской части России (Северо-Кавказская, Волго-Уральская, Тимано-Печорская нефтегазоносные провинции) создали мощный резерв сырьевой базы для государства. Поскольку происходит постепенное истощение сырьевой базы европейской части страны и смещение поисковых работ (с 1970-х гг. сначала в Западную Сибирь, а с конца 1990-х гг. в слабо геологически изученные и труднодоступные районы Восточной Сибири и акватории Дальнего Востока), то возникла потребность в развитии методов экономической оценки ресурсов сырья [3];

- во-вторых, изменение структуры собственности в недропользовании. Долгие годы основным критерием геолого-экономической оценки являлось обоснование величины горной ренты, поскольку она в полном объеме поступала в распоряжение государства и распределялась им [4]. С началом рыночных преобразований и вступления в силу в 1992 г. ФЗ «О недрах» расширилось число участников процесса недропользования – недра по-прежнему принадлежат государству, а сырье (нефть, газ), добытое из недр, принадлежит компаниям, которые являются операторами их разработки. Поэтому целесообразно стало в качестве критерия эффективности применять не абсолютную величину ренты, а ее отдельные составляющие – ренту, которую получает государство (так называемая бюджетная эффективность, или сумма уплаченных налогов), и ренту, которую получают компании (коммерческая эффективность, или чистый дисконтированный доход).

Несмотря на многолетние попытки разработать единый государственный стандарт геолого-экономической оценки запасов и ресурсов углеводородного сырья, до настоящего времени Министерством природных ресур-

сов РФ не утверждена ни одна из методик по геолого-экономической и стоимостной оценке месторождений полезных ископаемых и участков недр [5]. Задача создания единого государственного стандарта решена лишь частично – разработаны временные руководства и методические рекомендации, которые только на общем уровне описывают проведение подобных оценок.

Исследование эволюции взглядов на методику и методологию геолого-экономической оценки позволит выделить устойчивые тенденции и закономерности ее трансформации, определить ключевые направления совершенствования подхода к оценке на современном этапе развития экономики недропользования.

Так, в настоящее время можно выделить пять основных временных этапов развития методических подходов к геолого-экономической оценке полезных ископаемых (рис. 2).

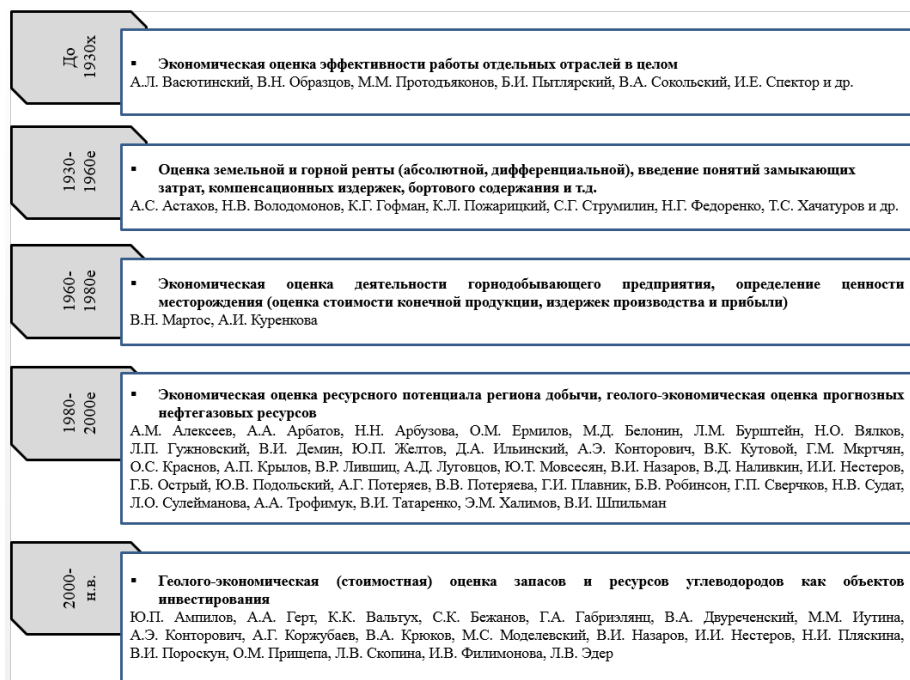


Рис. 2. Развитие методов геолого-экономической оценки в XX–XXI вв.

Источник: составлено авторами

Первый этап – до 1930-х гг. Развитие методов экономической оценки запасов полезных ископаемых первоначально не носило системного характера, большее внимание уделялось макроэкономическим оценкам эффективности функционирования народного хозяйства в целом или отдельных отраслей, прежде всего транспортного сектора, энергетики и строительства.

Первые исследования в области экономической оценки полезных ископаемых были проведены в начале 1990-х гг. в золотодобывающей про-

мышленности, поставлена задача определения промышленной ценности запасов золота и предложен показатель промышленной значимости запасов для владельца участка недр – выгода [6]. С началом развития промышленного потенциала страны с 1917 г. в основу критерия экономической эффективности было заложено понятие максимального извлечения металла (руды) при безубыточности всего производства.

Сборник «Нерудные ископаемые», который был составлен Комиссией по изучению производительных сил и природных ресурсов при Президиуме АН СССР в 1926 г., считается основополагающей работой по экономической оценке месторождений полезных ископаемых.

В 1934 г. вышел сборник «Принципы оценки месторождений полезных ископаемых СССР» (Б.И. Пытлярский, И.Е. Спектор, Ф.Н. Чайковский), где выделены основные факторы, оказывающие влияние на ценность месторождений: потребность экономики в полезном ископаемом, значение сырья для обороны, импорта и экспорта, а также стоимость разведки, добычи, обогащения и транспортировки сырья до мест потребления.

Второй этап – 1930–1960-е гг. Ускоренное развитие экономики страны в послевоенные годы послужило причиной роста объема инвестиций в геолого-разведочные работы и, как следствие, важности определения экономических критериев оценки результатов геолого-разведочных работ. Теоретической основой является трудовая теория стоимости К. Маркса [8], согласно которой стоимость благ определяется затратами общественно необходимого труда. Следовательно, стоимость месторождений полезных ископаемых и их запасов появляется только в процессе поисков, разведки и разработки месторождений. Практическая постановка вопроса на основании трудовой теории была осуществлена академиком С.Г. Струмилиным, Н.В. Володомоном, К.Л. Пожарицким и др. [7] – несмотря на то, что земля и недра не измеряются рынком, все участки не могут быть равноценными при их производственном использовании и налоговом обложении. Следовательно, возникает важность учета дифференциальной земельной и горной рент.

Н.В. Володомон, Т.С. Хачатуров, Н.Г. Федоренко и др. в последующем развили методы учета дифференциальной ренты при оценке месторождений полезных ископаемых. Свое естественное развитие методы получили в подходе, основанном на оценке замыкающих затрат и понятии компенсирующих затрат (А.С. Астахов, К.Г. Гофман и др.).

В 1956 г. значительным шагом вперед явилось издание Государственным комитетом Совета Министров СССР по новой технике «Временной типовой методики определения эффективности внедрения новой техники», направленной на решение задачи определения экономической эффективности отраслей экономики. Критерием эффективности выбран показатель – отношение прибыли к капитальным вложениям.

В 1968 г. широкое распространение получила работа В.И. Ботвинникова и В.М. Цепляева «Метод экономической оценки и выбора первоочередных районов освоения новых нефтегазовых областей», в которой предложен экспресс-метод экономической оценки, целью метода служит выявление

ние районов получения максимальной прибыли при одинаковых затратах на поиск, разведку и добычу сырья.

Одна из первых специализированных работ по экономической оценке запасов и ресурсов нефти и газа принадлежала А.А. Трофимуку (1964). В конце 60-х гг. были опубликованы работы Г.Б. Острога и В.В. Потеряевой (1967), Н.Н. Арбузовой и др. (1968), А.М. Алексеева и др. (1969), В.К. Кутового, Г.М. Мкртчяна, Ю.Т. Мовсисяна, Г.Б. Острога (1969) и др. [9].

Таким образом, к концу 1960-х гг. в основном для определения очередности ввода уже открытых месторождений в разработку был введен и активно применялся на практике ряд критериев экономической оценки: замыкающие затраты, дифференциальная рента, приведенные капитальные затраты, бортовая стоимость, стоимость выпуска продукции.

Третий этап – 1960–1980-е гг. В 1979 г. была принята «Временная типовая методика экономической оценки месторождений полезных ископаемых», утвержденная постановлением ГКНТ и Госкомцен СССР. До этого момента происходили бурные обсуждения совершенствования методики экономической оценки месторождений полезных ископаемых. Целью методики была наиболее полная характеристика эффективности промышленного значения месторождений полезных ископаемых. Преимуществом методики является учет прибыли, что значительно сблизило методику с оценкой природных ресурсов в капиталистических странах. Однако никак не был регламентирован порядок определения затрат на разработку месторождения. Более того, методика не учитывала специфики месторождений нефти и газа, т.е. являлась общей для оценки всех видов полезных ископаемых. Частично задачу спецификации оценки решила статья В.Н. Мартоса и А.И. Куренкова «Экономическая оценка разведанных нефтяных месторождений» (ВНИГНИ, 1984).

В первой половине 70-х гг. работы этого направления активно проводились в Институте экономики и организации промышленного производства АН СССР и его Тюменском филиале (А.М. Алексеев, К.К. Вальтух, Н.О. Вялков, Л.П. Гужновский, О.С. Краснов, Г.М. Мкртчян, Н.И. Пляскина, Г.Б. Острый, В.Н. Харитоновна и др.). В эти же годы проблема экономической оценки ресурсов нефти и газа отразилась в работах А.П. Крылова, Ю.П. Желтова и Н.Н. Арбузовой.

Во второй половине 80-х гг. работы по экономической оценке ресурсов нефти и газа были начаты в СНИИГГиМСе Б.В. Робинсоном (1978, 1981). Сначала они, как и работы специалистов ИЭОПП СО АН СССР, были направлены на экономическую оптимизацию освоения нефтяных ресурсов и политики по добыче нефти и газа. Однако в 1978 г. такие направления получили развитие в работах Б.В. Робинсона. Так, впервые была отражена геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов нефти и газа (ранее фокус был направлен на запасы открытых месторождений).

Четвертый этап – 1980–2000-е гг. Развитие геолого-экономической оценки слабо изученных объектов (ресурсов нефти и газа участков недр) стало возможно благодаря серьезному прогрессу в методах количествен-

ной оценки перспектив нефтегазоносности. Несмотря на то, что экономическая оценка ресурсов нефти и газа проводится по схеме, аналогичной для месторождений нефти и газа, возникла серьезная необходимость в доработке подхода.

Во-первых, стало важно предсказывать целый ряд ценных характеристик при открытии месторождения: размеры, фазовый состав и качество углеводородов, параметры нефтегазоносного пласта, площадь, эффективную толщину, глубину залегания, пористость, проницаемость и др. Технологии прогноза этих показателей были разработаны только в 70–80-е гг. тремя научными школами: в Новосибирске (А.Э. Конторович, Л.М. Бурштейн, В.И. Демин, О.С. Краснов, В.Р. Лившиц, А.Д. Луговцов, А.А. Герт, Б.В. Робинсон и др.), в Тюмени (И.И. Нестеров, В.И. Шпильман, Г.И. Плавник, А.Г. Потеряев, Н.В. Судат, Л.О. Сулейманова и др.) и в Ленинграде, ныне Санкт-Петербурге (В.Д. Наливкин, М.Д. Белонин, В.И. Назаров, Ю.В. Подольский, Г.П. Сверчков, О.М. Прищепа и др.).

Во-вторых, возникла потребность в методах прогноза прироста запасов и необходимых для их осуществления объемов геолого-разведочных работ и инвестиций.

В-третьих, стали актуальны прогноз уровня добычи нефти и расчет необходимых инвестиций в обустройство нефтяных и газовых месторождений, эксплуатационные затраты и пр. (рис. 3).

Разработкой имитационных методов прогноза формирования сырьевой базы, обустройства и развития нефтегазовых комплексов плотно занимались такие ученые, как В.Д. Наливкин, Э.М. Халимов, В.И. Шпильман, Л.М. Бурштейн, А.А. Герт, О.М. Ермилов, О.С. Краснов, В.Р. Лившиц, Р.Т. Мамахатова, А.Г. Потеряев, Б.В. Робинсон, Г.П. Сверчков и др. Экономические аспекты оценок осуществлялись Б.В. Робинсоном, А.А. Гертом, А.Г. Коржубаевым, О.С. Красновым, В.И. Назаровым, А.Г. Потеряевым.

Результатом работ стала экономическая оценка ресурсов нефти и газа и прогноз развития нефтяной и газовой промышленности Российской Федерации, разработанная группой ученых под руководством В.Д. Наливкина, В.И. Назарова и Г.П. Сверčkova (1997). В рамках этой работы экономическая оценка ресурсов нефти и газа Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции была выполнена в ЗапСибНИГНИ под руководством И.И. Нестерова и В.И. Шпильмана и Сибирской платформы в СНИИГ-ГиМСе под руководством А.Э. Конторовича и Б.В. Робинсона (1985, 1990). Похожий подход был применен М.С. Моделевским при глобальных экономических оценках ресурсов нефти и газа.

«Методическое руководство по количественной и экономической оценке ресурсов нефти, газа и конденсата России», изданное в 2000 г., стало результатом десятилетних исследований. Оно было подготовлено ведущими российскими институтами ВНИГНИ, ВНИГРИ, ВНИИГаз, ИГНГ СО РАН, СНИИГГиМС и др. (председатель редакционной коллегии К.А. Клещев, зам. председателя А.Э. Конторович, Н.А. Крылов, Ю.П. Миронычев).

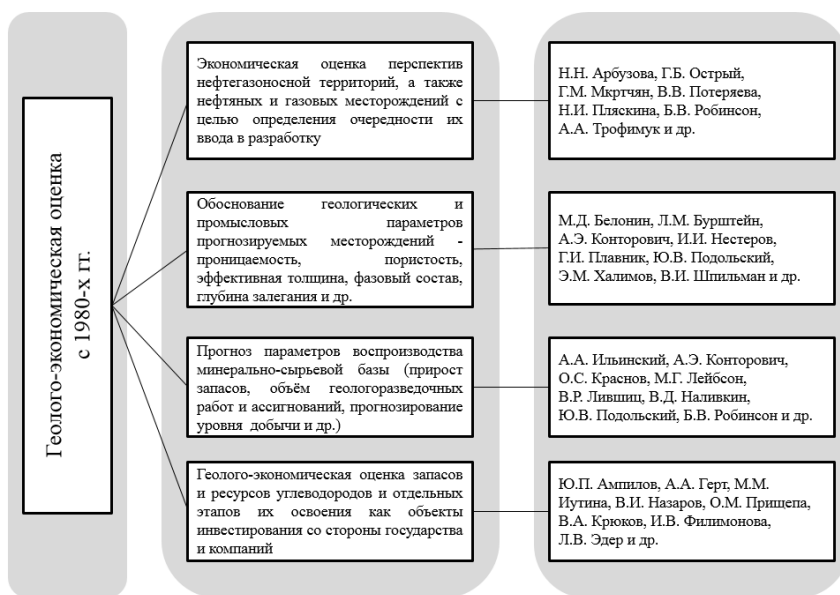


Рис. 3. Основные направления геолого-экономической оценки углеводородов с 1980-х гг. *Источник:* составлено авторами

В руководстве определяются цели, объекты и последовательность выполнения работ по экономической оценке ресурсов в новых экономических условиях недропользования, с учетом рыночных преобразований и изменений условий финансирования геолого-разведочных работ на нефть и газ. Преимуществом нового методологического подхода является учет вероятностных оценок ресурсов и расширенное вовлечение в методику оценки ресурсов нефти и газа математических методов оценки с использованием компьютерных технологий.

С 1990-х гг. распространяются методы оценки ресурсов углеводородов с использованием в расчетах геологических вероятностных показателей. Потребителем таких методов зачастую являются нефтяные компании для оперативного принятия того или иного производственного решения. Появляется потребность детализации отдельных пунктов экономической оценки ресурсов.

В области программного обеспечения разработаны комплексы для облегчения оценки ресурсов и эффективности их освоения с технической точки зрения. Их преимуществом является прямой расчет результата, однако отсутствует решение выбора исходных данных, получения комплексной базовой информации о геологическом строении ресурсов, сырьевой базе, исходных стоимостных характеристиках, которым присуща доля субъективности в связи с включением экспертной оценки.

Программный комплекс «Стратегия» разработан группой специалистов СНИИГГиМСа под руководством А.А. Герта и является одним из первых для стоимостной оценки лицензионных участков, прогнозных структур,

ловушек, залежей, отдельных месторождений и т.д. Подход ориентирован на оценку эффективности инвестиций в геолого-разведочные работы, позволяет осуществить подсчет запасов и ресурсов, прогнозировать показатели подготовки сырьевой базы, технологических показателей разработки, а также рассматривает поведение вероятностных характеристик результирующих показателей и риска. На его основе в 2015 г. разработаны «Методические рекомендации по геолого-экономической оценке ресурсов нефти, газа и конденсата», одобренные на заседании научно-технического совета Федерального агентства по недропользованию.

В Институте проблем нефти и газа РАН ведется разработка автоматизированной системы технико-экономической оценки месторождений нефти и газа (АС ТЭО МНГ), которая включает в себя алгоритмы, основанные на теории нечетких множеств, в том числе для оценки риска нефтегазовых инвестиционных проектов. В 2003–2006 гг. программный продукт IPEGG-Estimator был создан коллективом авторов (А.Г. Коржубаев, И.В. Филимонова, Л.В. Эдер) в Институте нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН.

Важной особенностью этого этапа в развитии методов геолого-экономической оценки является переход от расчета себестоимости добычи к прогнозированию будущих денежных потоков – переход от экономического анализа от постфактум к ориентации на будущее. Этот переломный момент дает возможность обоснования эффективности не существующих, а прогнозируемых к открытию месторождений.

Пятый этап – особенности геолого-экономической оценки на современном этапе развития. На текущем этапе тенденциями в эволюции методов и методологии геолого-экономической оценки являются еще большая детализация геологической и экономической частей, расширенное применение инструментов математического аппарата в расчете критериев экономической эффективности освоения запасов и ресурсов, а также обоснование значений отдельных параметров.

Более того, критерии экономической оценки запасов и ресурсов углеводородов в России стали схожими с критериями инвестиционных проектов – NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return), PP (Payback Period), PI (Profitability Index) и др.

Ввиду заимствования системы критериев оценки эффективности освоения месторождений углеводородов из проектного инвестиционного анализа одним их основных документов можно считать «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов», утвержденные Минэкономки РФ в 1999 г. Поскольку методика рассчитана для оценки инвестиционных проектов во всех сферах экономики, то основной акцент смещен в пользу обоснования экономических показателей и критериев, детально рассмотрена экономическая эффективность как с коммерческой, так и с бюджетной точки зрения. Подробно описываются модели построения потоков от финансовой, инвестиционной и операционной деятельности, особое внимание уделено учету инфляции и обоснованию нормы дисконтирования.

При оценке инвестиционных проектов, с которыми в настоящее время отождествляются и проекты по освоению месторождений нефти и газа, широко используется методика Министерства экономического развития РФ и Министерства финансов РФ «Об утверждении Методики расчета показателей и применения критериев эффективности инвестиционных проектов, претендующих на получение государственной поддержки за счет средств Инвестиционного фонда Российской Федерации» (Приказ № 139/82н от 23 мая 2006 г.).

Можно также выделить «Методику расчета показателей и применения критериев эффективности региональных инвестиционных проектов», утвержденную Приказом Министерства регионального развития РФ от 30 октября 2009 г. № 493. В документе дополнительно проработаны вопросы обоснования минимального и максимального объемов инвестиций.

На отраслевом уровне для проведения геолого-экономической оценки в 2008 г. была предпринята попытка формализовать процедуру технико-экономического обоснования коэффициентов извлечения нефти в «Требованиях к составу и правилам оформления, представленных на государственную экспертизу материалов по технико-экономическому обоснованию коэффициентов извлечения нефти». В требованиях уделено большое внимание процедуре предоставления и обоснованию геологических и промысловых данных по объекту оценки (геолого-физические и горно-геологические характеристика залежей, параметры для расчета коэффициента извлечения нефти), однако экономические показатели имеют слабую проработку, например, рекомендована постоянная ставка дисконтирования на уровне 10%. Применение документа в широкой практике геолого-экономической оценки ограничено тем, что он ориентирован на оценку только разведываемых и разрабатываемых запасов месторождений.

На корпоративном уровне, в условиях отсутствия единой государственной методики геолого-экономического обоснования эффективности освоения запасов и ресурсов нефти и газа, все крупные нефтегазовые компании (Роснефть, Газпром, Газпром нефть, Татнефть и др.) активно разрабатывают и применяют корпоративные нормы и алгоритмы оценки.

Вероятностные подходы к учету рисков – ключевое направление развития геолого-экономической оценки на современном этапе

Учитывая современный уровень развития вычислительной техники и нивелирования информационных барьеров, все чаще становится востребованным получение не детерминированного показателя эффективности освоения месторождений, а набора возможных результатов или обоснованных сценариев. Необходимость такого вероятностного подхода к прогнозированию геологических, промысловых и экономических показателей способствовало широкому распространению методов учета риска – метод Монте-Карло, дерево решений, метод опционов, нечеткие множества и др. [10]. Несмотря на широкое распространение, эти методы не позволяют

обосновать точный выбор значения тех или иных параметров расчетов, однако их инструментарий дает возможность оценить геолого-экономическую эффективность с учетом вероятности значений этих параметров.

Моделирование Монте-Карло концентрируется на неопределенности значений параметров, используя статистические распределения, т.е. это естественное расширение стандартного случая NPV, но с учетом того факта, что переменные неизвестны. Случайный отбор значений параметров из каждого распределения и их подстановка в уравнение NPV позволяют рассчитать наиболее вероятное значение NPV. Многовариантные расчеты дают гистограмму возможных исходов и могут быть рассчитаны средний или ожидаемый NPV, а также вероятность проигрыша. Как правило, моделирование Монте-Карло происходит с использованием специально разработанного программного обеспечения.

В отличие от моделирования Монте-Карло, которое оценивает predetermined project scenarios, *метод дерева решений* сосредотачивается на отдельных этапах освоения месторождения, т.е. вероятность присваивается не конкретным параметрам модели, а выделенным направлениям или комплексу работ. Например, этапу «поисковое бурение» присваивается вероятность успеха или неуспеха с определенной долей вероятности, поэтому результативность этого этапа входит в расчет NPV уже с этой поправкой. В результате методом дерева решений также оценивается NPV, но с точки зрения успешности реализации отдельных стадий проекта освоения месторождения во времени.

При оценке инвестиционных проектов активно используется *метод опционов*, заимствованный из финансовой математики. В 1970-х гг. в финансовом мире начали набирать популярность контракты типа call и put, которые дают их владельцу право, но не обязательство продать или купить указанное количество товара при наступлении указанной даты. Метод реальных опционов предполагает, что неопределенность параметров в модели освоения месторождения остается, а исследователь с течением времени подстраивается (принимает оптимальные решения) к изменяющейся ситуации. Таким образом, реальные опционы дают возможность изменять и принимать оптимальные решения в будущем в соответствии с новой поступающей информацией.

Широкое распространение методов учета риска при геолого-экономическом моделировании в большей степени связано с необходимостью учесть вероятность изменения значений параметров модели в отрицательную или положительную сторону при расчете ожидаемого дохода государства и недропользователя. Однако в последнее время вероятностные подходы все чаще используются с целью компенсировать недостаток информации (геологической, промысловой, экономической и др.) об объекте исследования. Одним из математических методов, позволяющим преодолеть неопределенность, нечеткость и неполноту знаний о месторождении или участке недр, является *метод нечетких множеств*. Суть метода заключается в том, что если мы рас-

считаем множество значений какого-либо параметра разработки месторождения как классическое множество, то оно всегда строго ограничено. Значению отдельного параметра свойственно либо принадлежать этому множеству, либо нет. Такие жесткие ограничения множества не всегда соответствуют реальной практике, когда отсутствует однозначное разделение значений параметров. Поэтому можно для каждого элемента основного множества определить степень принадлежности к некоторому «размытому» подмножеству и выразить ее некоторым действительным числом в интервале от 0 до 1. Понятие нечеткого множества является основой методического подхода и дальнейших расчетов, позволяет определить степень принадлежности значения конкретного параметра разработки некоторому заданному множеству значений и рассчитать новое ожидаемое значение NPV. Однако эта степень принадлежности определяется экспертным путем, т.е. субъективно, что является основным недостатком этого метода.

Направления совершенствования методики геолого-экономической оценки

В настоящее время нефтяная промышленность России сталкивается со значительным количеством вызовов и угроз: волатильностью цен на сырье на международных энергетических рынках, структурными сдвигами в сырьевой базе, географии добычи, типе добываемого жидкого и газообразного углеводородного сырья (нефть и конденсат, природный и попутный газ и др.). Все это определяет направления совершенствования методологии геолого-экономической оценки, которые обусловлены следующими факторами. Во-первых, меняется объект геолого-экономической оценки, акцент смещается в сторону оценки ресурсов, а не запасов нефти, т.е. месторождений, только прогнозируемых к открытию. Во-вторых, существенно меняются подходы к обоснованию состава и видов затрат при оценке ресурсов и запасов трудноизвлекаемых и нетрадиционных углеводородов и прежде всего шельфа арктических морей. В-третьих, увеличивается потребность развития и применения математических моделей учета риска на всех стадиях проведения геолого-экономической оценки.

Поскольку произошло совершенствование законодательного и организационно-правового обеспечения вопросов регулирования недропользования в России и сближение российских методик с международными стандартами, то является важным и актуальным на государственном уровне:

- 1) создать значимую с практической точки зрения методику геолого-экономической оценки нефти и газа с учетом мнений заинтересованных групп как отраслевых и академических институтов в области нефтегазовой геологии, проектировщиков разработки месторождений и сопутствующей инфраструктуры, так и специалистов по экономической эффективности инвестиционных проектов;

- 2) создать единую информационную базу данных стоимостных, технологических, нормативных показателей геолого-экономической оценки, дифференцированную по видам работ и субъектам РФ;

- 3) при разработке экономических моделей учесть возрастающую роль:
 - мелких и мельчайших месторождений;
 - лицензионных участков с наличием только ресурсов, требующих подтверждения;
 - месторождений и лицензионных участков в удаленных и слабо инфраструктурно развитых регионах России;
 - трудноизвлекаемых запасов и ресурсов нефти и газа;
 - нетрадиционных запасов и ресурсов нефти и газа;
- 4) отдельно проработать принципы геолого-экономической оценки запасов и ресурсов нефти и газа континентального шельфа с включением рекомендаций по выбору технологического оборудования и возможности импортозамещения.

Это позволит провести массовую оценку запасов и ресурсов нефти и газа на всей территории России, которая станет основой государственной политики планирования геолого-разведочных работ, направленной на расширенное воспроизводство; лицензирования недр по принципу комплексного освоения территорий; планирования доходов государства от освоения месторождений полезных ископаемых (прогноз поступлений в федеральный бюджет, специализированные фонды, международные резервы).

Литература

1. Филимонова И.В., Эдер Л.В., Мишенин М.В., Проворная И.В. Принципиальные подходы к геолого-экономической оценке разномасштабных нефтегазовых объектов // Геология нефти и газа. 2014. № 1. С. 15–23.
2. Конторович А.Э., Эдер Л.В. Новая парадигма стратегии развития сырьевой базы нефтедобывающей промышленности Российской Федерации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2015. № 5. С. 8–17.
3. Алиева Т.Е. Модель взаимодействия власти и бизнеса в сфере природопользования в российской Арктике // Проблемы теории и практики управления. 2017. № 1. С. 19–25.
4. Конторович А.Э., Коржубаев А.Г., Филимонова И.В., Эдер Л.В. Рента в мировой системе нефтеобеспечения // Перспективы энергетики. 2004. Т. 8, № 1. С. 47–59.
5. Филимонова И.В., Эдер Л.В. Особенности государственного регулирования эффективности работы нефтегазовой промышленности России // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2014. № 9. С. 15–21.
6. Кондратьев В.Б. Особенности ресурсной модели экономического роста // Проблемы теории и практики управления. 2015. № 6. С. 20–27.
7. Володомонов Н.В. Горная рента и принципы оценки месторождений. М. : Металлургиздат, 1959. 80 с.
8. Ильинский А.А. Экономическая оценка ресурсов нефти и газа. СПб. : Изд-во СПбГУ, 1992.
9. Назаров В.И. О совершенствовании методологии геолого-экономической оценки ресурсов нефти и газа // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2013. Т. 8, № 3. С. 1–13.
10. Малых Н.И. Анализ рисков инвестиционных проектов // Проблемы теории и практики управления. 2016. № 2. С. 65–75.

Filimonova I.V., Institute of Oil and Gas Geology and Geophysics. A.A. Trofimuk, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk State University (Novosibirsk, Russian Federation).

Eder L.V., Institute of Oil and Gas Geology and Geophysics. A.A. Trofimuk, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk State University (Novosibirsk, Russian Federation).

Provornaya I.V., Institute of Oil and Gas Geology and Geophysics. A.A. Trofimuk, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk State University (Novosibirsk, Russian Federation).

Yuva D.S., Novosibirsk State University (Novosibirsk, Russian Federation).

DEVELOPMENT OF THE THEORY AND METHODOLOGY OF GEOLOGICAL AND ECONOMIC ESTIMATION OF HYDROCARBON RESOURCES

Keywords: geological and economic estimation, resources, reserves, deposits, oil, gas, risk, rent.

The article considers the stages of development of the theory and methodology of geological and economic estimation of hydrocarbon resources in Russia. It is shown that at the present stage of development of subsoil use, geological and economic estimation is the main instrument of the state and companies in choosing and economically substantiating the priority directions of geological exploration and development options for deposits and subsoil plots.

In conditions when unified norms for geological and economic estimation of subsoil use objects have not been formed at the state level, the authors set the *research purpose* – justification of directions for improving the geological and economic estimation of hydrocarbon resources on the basis of a comprehensive scientific generalization of the results of theory and methodology development.

The article explores the evolution of views on the choice of the criterion for the economic efficiency of development of deposits, identifies the features of the development stages and gives their periodization: the stage until the 1930s. - economic evaluation of the efficiency of individual industries as a whole; stage of 1930-1960-ies. - mainly focused on the evaluation of land and mountain rents, introduced the concept of closing costs, compensation costs, airborne maintenance, etc. ; stage of the 1960s-1980s. - economic evaluation of the mining enterprise, determination of the value of the deposit (evaluation of the final product cost, production costs, profit); stage 1980-2000-ies. - economic evaluation of the resource potential of the production region, geological and economic assessment of oil and gas resources; Stage of the 2000s. - Valuation of hydrocarbon reserves and resources as investment objects.

In the paper, the features of the current stage of development of geological and economic modeling are highlighted, which are the strengthening of detail on the geological and economic part, which is associated with the expansion of methods for quantifying oil and gas prospects and applying a wide range of mathematical tools in calculating the criteria for economic efficiency.

Particular attention is paid to a comparative analysis of probabilistic approaches to risk management as a key direction in the development of geological and economic estimation at the present stage. The modern level of computer technology development and the leveling of information barriers make it possible to calculate non-deterministic indices of field development efficiency, but a set of possible results or justified scenarios.

In conclusion, the directions for improving the methodology of geological and economic estimation are presented, taking into account the fact that, firstly, the geological and economic assessment object is changing, the emphasis is shifted to the estimation of resources, rather than oil reserves. Secondly, approaches to the justification of the composition and types of costs change significantly when assessing the resources and reserves of hard-to-recover and unconventional hydrocarbons, and above all the shelf of the Arctic seas. Thirdly, the need to develop and apply mathematical models of risk accounting at all stages of geological and economic assessment is increasing.

References

1. Filimonova I.V., Eder L.V., Provornaya I.V. Principial'nye podhody k geologo-ehkonomicheskoy ocenke raznomasshtabnyh neftegazovyh ob"ektov // *Geologiya nefti i gaza*. 2014. № 1. S. 15-23.
2. Kontorovich A.E., Eder L.V. Novaya paradigma strategii razvitiya syr'evoy bazy nefte dobyvayushchej promyshlennosti Rossijskoj Federacii // *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie*. 2015. № 5. S. 8-17.
3. Alieva T.E. Model' vzaimodejstviya vlasti i biznesa v sfere prirodnopol'zovaniya v rossijskoj Arktike // *Problemy teorii i praktiki upravleniya*. 2017. № 1. S. 19-25.
4. Kontorovich A.E., Korzhubaev A.G., Filimonova I.V., Eder L.V. Renta v mirovoj sisteme nefteobespecheniya // *Perspektivy ehnergetiki*. 2004. T. 8, № 1. S. 47-59.
5. Filimonova I.V., Eder L.V. Osobennosti gosudarstvennogo regulirovaniya ehffektivnosti raboty neftegazovoj promyshlennosti Rossii // *Problemy ehkonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom*. 2014. № 9. S. 15-21.
6. Kondrat'ev V.B. Osobennosti resurnoj modeli ehkonomicheskogo rosta // *Problemy teorii i praktiki upravleniya*. 2015. № 6. S. 20-27.
7. Volodomonov N.V. Gornaya renta i principy ocenki mestorozhdenij. M.: Metallurgizdat, 1959. 80 s.
8. Il'inskij A.A. Ekonomicheskaya ocenka resursov nefti i gaza. SPb. Izd-vo SpbGU, 1992. S. 27.
9. Nazarov V.I. O sovershenstvovanii metodologii geologo-ehkonomicheskoy ocenki resursov nefti i gaza // *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2013. T. 8. № 3. S. 1-13.
10. Malyh N.I. Analiz riskov investicionnyh projektov // *Problemy teorii i praktiki upravleniya*. 2016. № 2. S. 65-75.

For referencing:

Filimonova I.V., Eder L.V., Provornaya I.V., Yuva D.S. Razvitie teorii i metodologii geologo-ehkonomicheskoy ocenki resursov uglevodorodov [Development of the theory and methodology of geological and economic estimation of hydrocarbon resources]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika – Tomsk State University Journal of Economics*, 2018, no 43, pp. 5–20.