

Новый подход к оценке рисков и неопределенностей параметров резервуаров в геологоразведочном процессе

Глухов Т.В.

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия
tvglukhov@gmail.com

Аннотация

Рассмотрены современные подходы к оценке неопределенностей подсчетных параметров и вероятности геологической успешности открытия залежи углеводородов. Предложен новый подход к обоснованию диапазонов неопределенностей (на основе стандартного отклонения интерполяции) и оценке геологических рисков на основе критических значений подсчетных параметров. Предлагаемый подход обеспечивает согласованность региональных трендов, диапазона неопределенности и вероятности открытия залежей между собой.

Материалы и методы

В основе работы лежат региональная геологическая модель и результаты межскважинных корреляций, выполненные в рамках региональных работ. Интерпретация данных выполнена с использованием регрессионного анализа, вариограммного анализа, интерполяции методом Кригинга.

Ключевые слова

вероятностная оценка ресурсов, неопределенность параметров, вероятность геологической успешности, геологический риск

Для цитирования

Глухов Т.В. Новый подход к оценке рисков и неопределенностей параметров резервуаров в геологоразведочном процессе // Экспозиция Нефть Газ. 2022. № 6. С. 34–38. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-6-34-38

Поступила в редакцию: 08.09.2022

GEOLOGY

UDC 553.044 | Original Paper

A new approach to risk assessment and volumetric parameters uncertainty analysis for exploration process

Glukhov T.V.

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia
tvglukhov@gmail.com

Abstract

Contemporary approaches to volumetric parameters uncertainty analysis and geological chance of success assessment were analyzed. A new approach to uncertainty ranges substantiation (based on interpolation standard deviation) and geological risk estimation (based on parameters critical values) is set forward. The approach provides conformity of regional trends, uncertainties and geological chance of success.

Materials and methods

The research is based on regional geologic model and well-correlations produced as part of regional project. Data interpretation carried out via regression analysis, variogram analysis and Kriging interpolation.

Keywords

probabilistic resource estimation, volumetric parameters uncertainty, geological chance of success, geological risk

For citation

Glukhov T.V. A new approach to risk assessment and volumetric parameters uncertainty analysis for exploration process. Exposition Oil Gas, 2022, issue 6, P. 34–38. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2022-6-34-38

Received: 08.09.2022

Введение

Природный газ является перспективным углеводородным ресурсом, доля которого на энергетическом рынке в перспективе будет только расти [1], — газ является дешевой и экологичной альтернативой каменному углю, нефтепродуктам и другим источникам энергии.

Значительную долю отечественной газодобычи обеспечивают месторождения, открытые в интервале отложений сеноманского возраста в Надым-Пур-Тазовском регионе в северной части Западной Сибири. Истощение запасов и переход на стадию падающей добычи поднимают вопрос восполнения ресурсной базы газа — за счет в том числе открытия новых месторождений. Залегающие выше по разрезу залежи газа, приуроченные к нетрадиционным кремнисто-глинистым коллекторам пласта НБ1 верхнего мела (коньяк-сантон), могут рассматриваться в качестве новых перспективных объектов газовых промыслов севера Западной Сибири.

В современных геологоразведочных работах широко применяется метод вероятностной оценки. Метод используется для получения вероятностного распределения ресурсов, которое показывает, с какой вероятностью будет открыт тот или иной объем запасов углеводородов в пределах объекта, месторождения, участка или целого региона — что имеет первоочередное значение при планировании геологоразведочных работ и оценки рентабельности проектов.

Вероятностная оценка — это расширение детерминированного подхода к оценке ресурсов объемным методом. Вероятностная оценка контролируется двумя основными факторами: неопределенностью подсчетных параметров и вероятностью успешности открытия залежи [2]. Подсчетные параметры представляются в виде функций плотности вероятности — неравновероятного распределения значений параметров в диапазоне возможных ее значений (в отличие от стандартного подхода, где каждый параметр — это единственное дискретное значение). Расчет оценки выполняется методом Монте-Карло: каждый параметр выбирается из диапазона неопределенности случайным образом для каждой отдельной итерации расчета. Затем, в соответствии с величиной вероятности геологической успешности, часть случайным образом выбранных итераций обнуляется — моделируется неуспех открытия залежи. Совокупность множества итераций слагает плотность распределения величины ресурсов. Ключевым требованием к вероятной оценке является надежное обоснование неопределенностей и рисков, поскольку диапазон и величина ресурсной оценки полностью зависят от достоверности входных распределений параметров и вероятностей геологической успешности открытия залежей [3].

Существует множество различных методик вероятностной оценки — фактически каждая компания применяет свою собственную методику [4]. Их объединяют общие принципы обоснования неопределенности и вероятности геологической успешности, на базе которых выполняется оценка ресурсов. Однако при более детальном рассмотрении используемые подходы не всегда применимы в отношении нетрадиционных отложений, которыми являются коллекторы пласта НБ1 Западной Сибири.

Неопределенность и вероятность успешности открытия залежи

Неопределенность возникает в случае, если величину невозможно определить точно; то есть неопределенность — это ошибка прогноза. Функция плотности распределения, таким образом, характеризуется наиболее вероятным значением (соответствующим моде) и диапазоном неопределенности (минимальным и максимальным значениями), характеризующимся мерой разброса величины относительно наиболее вероятного — дисперсией (или стандартным отклонением — если мера разброса выражена в единицах измерения этой величины).

Для задания функций распределения параметров рекомендуется использовать данные по их статистическому распределению в пределах территории исследования: залежи, лицензионного участка или зоны нефтегазоносности [5, 2]. В этом случае в качестве наиболее вероятного значения величины параметра принимается среднее, а в качестве минимального и максимального — наименьшее и наибольшее значения параметра в пределах территории исследования соответственно. Этот подход достаточно распространен, однако содержит в себе некоторые противоречия:

- статистика по исследованиям в пределах изучаемого объекта (например, по данным РИГИС) не характеризует распределение средних значений параметра (которые и используются при оценке ресурсов) [6, 5]. Экстремальное (минимальное или максимальное) значение параметра в единичной скважине не является экстремальным значением по всей залежи. Распределение среднего значения имеет значительно меньшую неопределенность (то есть минимальное среднее всегда больше наименьшего фактического значения в выборке скважин, а максимальное среднее — меньше максимального в скважине);

- распределение параметра в пределах территории исследования не отражает распределение параметра в пределах залежи. К примеру, в [7] авторы отмечают, что распределение площади единичной структуры не может быть оценено по статистике соседних структур. Аналогичная мысль сформулирована в работе [8] — касательно определения вида функции распределения параметра.

В качестве альтернативного подхода (применяемого на этапах разведки и бурения эксплуатационного фонда скважин — когда изучаемый объект охарактеризован сравнительно большим объемом данных) неопределенность рассматривается с точки зрения ошибки прогноза: наиболее вероятным значением является трендовое (полученное по функциональной зависимости прогнозируемого параметра и других свойств изучаемой геологической системы), а минимальное и максимальное определяется стандартным отклонением SD (которое, в свою очередь, получено в результате вариограммного анализа). Преимуществом такого подхода является вариативность прогноза: каждая точка исследуемого пространства охарактеризована собственными значениями прогнозного параметра и его стандартного отклонения.

При рассмотрении вида функции распределения параметров прогнозных залежей отмечено следующее. Оцениваемая залежь представляет собой совокупность множества точек, каждая из которых охарактеризована прогнозным значением и стандартным отклонением — то есть в каждой точке существует

некоторый диапазон неопределенности прогноза подсчетного параметра. Тогда вид функции плотности вероятности определяется центральной предельной теоремой [5]: сумма примерно равных независимых случайных величин имеет распределение, близкое к нормальному.

Под вероятностью понимают относительную меру возможности наступления события: в классическом определении вероятность — это отношение количества определенного исхода события к количеству всех возможных исходов. Вероятность успешности открытия залежи — это количественная оценка вероятности, с которой произойдет открытие залежи; другими словами, это отношение успешных открытий к общему количеству опробованных объектов. Обратная вероятность успешности величина — риск, или вероятность неуспеха.

Вероятность геологической успешности применяется при оценке ожидаемого объема открытых запасов (в пределах оцениваемого участка или территории). Оценка вероятности успешности открытия единичного объекта сама по себе не имеет смысла, поскольку единственный объект может находиться только в двух дискретных состояниях: залежь открыта либо не открыта. В случае оценки множества объектов, величина ресурсов с учетом рисков позволяет выполнить их ранжирование: поскольку такой подход позволяет сравнить между собой крупные высокорисковые залежи с меньшими по объему, но более вероятными для открытия [4].

Величина риска определяется условно независимыми геологическими факторами, контролирующими существование залежи углеводородов. Условная независимость означает, что оценка каждого фактора выполняется при допущении, что все прочие факторы подтверждены [9]. В различных методиках используется различное количество факторов. С. В. Шатровым [10] обобщены данные методик и выделено шесть основных: наличие нефтегазоматеринских пород, наличие коллектора, наличие флюидоупора, наличие структуры, наличие путей миграции нефти, сохранность залежи после формирования.

Одной из важнейших проблем оценки геологического риска является ее субъективность. Слагающие вероятность факторы, как правило, оцениваются субъективно — поскольку методы объективной количественной оценки риска на текущий момент не применяются [11]. Оценка факторов выполняется при помощи сравнительного анализа геологических условий, в которых находятся объекты опробования, либо вовсе на основе личного опыта. В [4] предложено использовать матрицы рисков — совокупность существующего опыта геологоразведочных работ: каждый фактор охарактеризован собственными величинами вероятности, зависящими от качества данных, условий седиментации, плотности сейсморазведочных работ и т.д., позволяющими сузить диапазон выбора значений вероятности. Такой подход упрощает процесс обрисовки, но лишает оценку гибкости: матрицы рассматривают наиболее общие условия — и не позволяют применить их к нестандартным случаям (например, к нетрадиционным коллекторам).

Еще одним существенным затруднением является нетождественность понятий вероятности существования залежи и вероятности ее открытия. Факторная оценка рассматривает геологические условия с точки зрения наличия залежи, но не учитывает вероятность

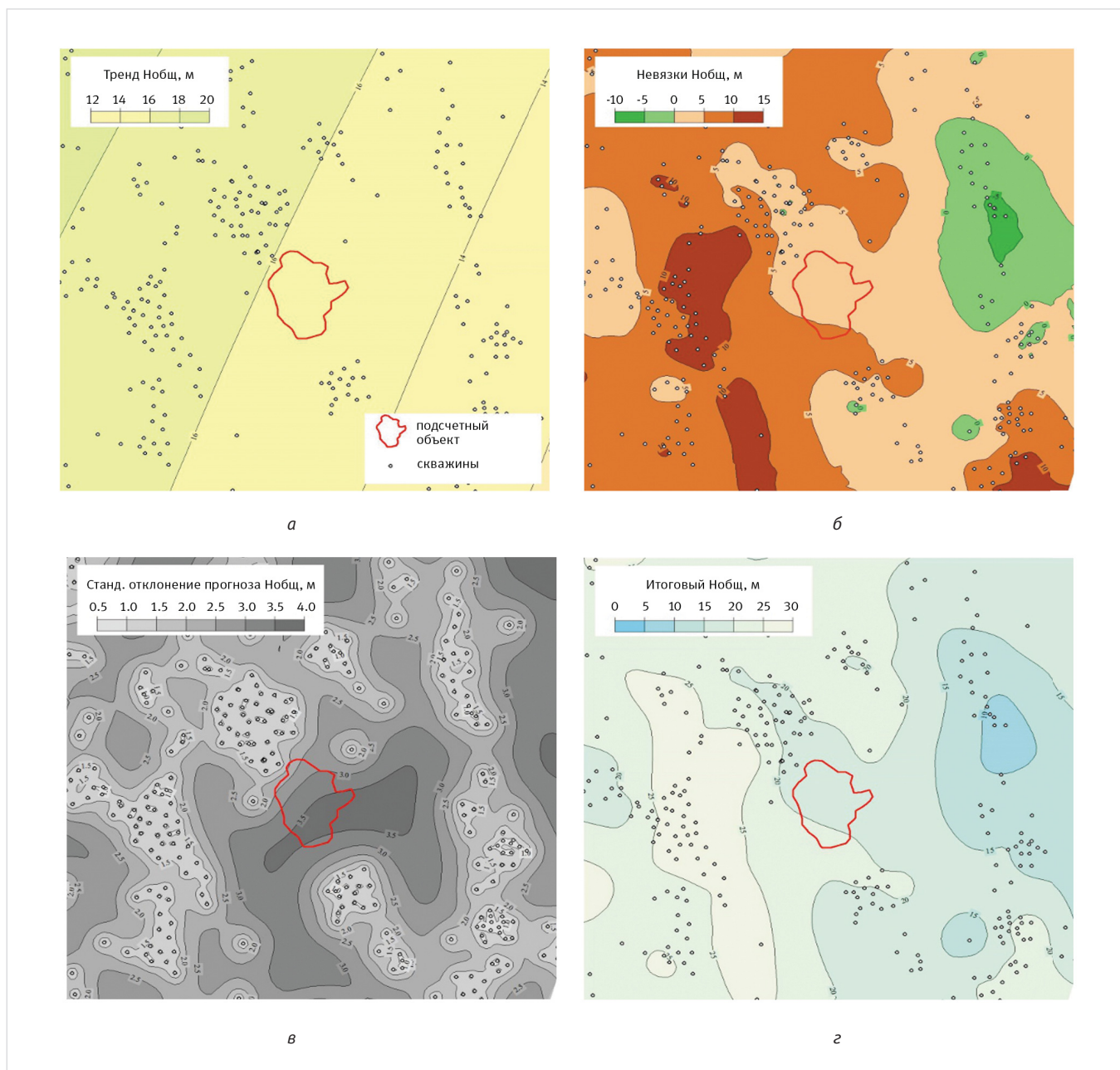


Рис. 1. Карты прогноза Нобщ в пределах территории исследования: а – карта тренда Нобщ; б – карта невязок Нобщ; в – карта стандартного отклонения прогноза Нобщ; г – результирующая карта Нобщ
 Fig. 1. Gross thickness forecast maps within the research area: а – gross thickness trend map; б – gross thickness residuals map; в – gross thickness forecast standard deviation map; г – resulting gross thickness map

ее не открыть (например, из-за вскрытия зоны коллектора с ухудшенными свойствами). Другими словами, факт наличия залежи не гарантирует, что она будет открыта конкретной скважиной [2], что особенно актуально для малоизученных нетрадиционных отложений (технологии вскрытия и испытания которых недостаточно отточены).

Не менее важной проблемой является разделение процессов оценки величин вероятности геологической успешности и неопределенности параметров. Универсальной зависимости между неопределенностью и количественной оценкой риска не существует [2]: объекты с высокой неопределенностью подсчетных параметров не обязательно являются наиболее рискованными, и наоборот – высокая вероятность открытия залежи не всегда означает низкую вероятность ошибки оценки ее характеристик. При этом в масштабе пространственно ограниченной геологической системы связь неопределенности

параметров и риска закономерна: повышение геологической изученности снижает неопределенность и повышает вероятность открытия [12].

В работе [13] сформулирован тезис, что источником риска является неопределенность. Другими словами, диапазон неопределенности исходов событий может быть разделен на благоприятные и неблагоприятные – с соответствующими им вероятностями. Применительно к оценке рисков в геологоразведочном процессе подобная мысль высказывается в [14]. К примеру, неопределенность коэффициента песчанистости (Кпесч) и оценка фактора наличия коллектора являются связанными элементами оценки: высокие прогнозные значения Кпесч более вероятно характеризуют коллектор, а низкие – неколлектор. Аналогично связаны с факторами риска и прочие параметры: коэффициенты пористости, нефтенасыщенности, площади залежи и др. В случае

выполнения расчета методом Монте-Карло при случайном обнулении итераций равновероятно обнуляются итерации как с улучшенными, так и с ухудшенными факторами риска. Это приводит к противоречивому (в сравнении) результату в стохастическом моделировании: что залежь с очень хорошими параметрами случайным образом объявляется как неуспешная, и напротив, залежь с критически низкими параметрами объявляется успешной.

На основе вышесказанного, автором сформулировано две задачи исследования:

- адаптировать механизм оценки неопределенности параметров резервуаров для поисковых объектов на основе трендовых данных и данных стандартного отклонения;
- усовершенствовать механизм оценки вероятности успешности, обеспечив ее согласованность с неопределенностью подсчетных параметров.

Реализация подхода на примере Нобщ пласта НБ1

В пределах территории исследования в интервале пласта НБ1 выделен перспективный поисковый объект. Территория разбурена скважинами, в которых по данным анализа аномалий ГИС определена величина общей толщины пласта (Нобщ). Нобщ пласта НБ1 выдержана по площади и составляет в среднем 10–30 м. Такие толщины не позволяют использовать данные сейсморазведки в качестве регионального тренда, поскольку толщина пласта сопоставима с шириной, соответствующей изучаемому интервалу временной фазы. Это в значительной степени ограничивает возможность достоверного прогноза Нобщ в пределах изучаемого объекта.

Для решения этой задачи на первом этапе выполнен регрессионный анализ — с целью поиска наилучшей связи прогнозируемого параметра (Нобщ) с другими свойствами исследуемой геологической системы. Регрессионный анализ заключается в определении аппроксимирующей функции, описывающей зависимость параметра от свойства системы. Методом регрессионного анализа установлено наличие тренда уменьшения в юго-восточном направлении (рис. 1а), по направлению к периферии осадочного бассейна. Уменьшение общей толщины обусловлено особенностями осадконакопления кремневых отложений пласта НБ1: накапливающиеся в относительно глубоководных условиях при недостатке терригенной седиментации, наиболее благоприятными для накопления силтицитов являются погруженные и удаленные от источников сноса области бассейна.

Между трендом Нобщ в пределах территории исследования и фактическими значениями в точках скважин рассчитаны невязки. Построение карты невязок выполнено методом кригинга. Кригинг позволяет получить прогноз с наименьшей ошибкой (в сравнении с другими методами интерполяции), но требует исключения тренда из выборки данных. Выполняется с использованием вариограммного анализа — анализа изменения стандартного отклонения в зависимости от расстояния до фактических данных. Для этого по фактическим данным подобрана теоретическая вариограмма (характеризующая изменение ошибки в зависимости от расстояния до скважин), на основании которой получены поля значений невязок (рис. 1б) и значений стандартного отклонения интерполяции (рис. 1в). Результирующая карта Нобщ (рис. 1г) рассчитана как сумма карт невязок и тренда.

Полученные карты представляют собой поля значений — то есть каждая точка в пределах территории охарактеризована прогнозным значением Нобщ и стандартным отклонением прогноза. Этих данных достаточно для построения функции плотности вероятности Нобщ оцениваемых объектов (вид которой определен центральной предельной теоремой) (рис. 2). В качестве минимального и максимального приняты величины на удалении $\pm 3SD$ от прогнозного — это позволяет отсечь бесконечно малые значения, сохранив в распределении 99,7 % наблюдений.

Полученная плотность распределения общей толщины пласта НБ1 согласовывается с региональным трендом изменения Нобщ и характеризует неопределенность параметра как ошибку прогноза, что, в свою очередь, предоставляет объективный подход к обоснованию диапазона неопределенности подсчетного параметра.

Далее примем допущение, что по результатам анализа успешности работ в пределах региона установлено, что в случае, если скважина вскрывает Нобщ < 14 м, испытания окажутся неуспешными. В этом случае диапазон неопределенности общей толщины пласта может быть разделен на две части: зону неуспеха (от минимального до критического значения, равного 14 м) и зону успеха (от критического до максимального значения). Другими словами, значение меньше критического следует идентифицировать как неуспешный исход открытия залежи газа. В этом случае вероятность неуспеха (или риск) выражается площадью функции плотности распределения, заключенной в пределах зоны неуспеха (рис. 3).

Учет вероятности геологической успешности через критическое значение требует изменения схемы реализации подсчета методом Монте-Карло. Как было сказано ранее, текущая методика предполагает случайным образом по всему интервалу неопределенности присваивать нулевой результат оценки количеству итераций, соответствующему величине риска. В случае использования критического значения параметра нулевой результат оценки присваивается только тем итерациям, которые случайным образом попадают в зону неуспеха. Такой подход позволяет количественно обосновать величину условной вероятности по каждому подсчетному параметру (характеризующему, в свою очередь, тот или иной фактор риска геологической системы) и обеспечивает согласованность оценок неопределенности и вероятности геологической успешности открытия залежи.

Итоги

Новый подход к оценке рисков и неопределенностей параметров резервуаров в геологоразведочном процессе может быть применен (аналогично общей толщине) к прочим подсчетным параметрам. Метод является универсальным решением для обоснования неопределенностей и рисков, применимым в рамках изучения перспектив нефтегазоносности территорий в региональном масштабе, малоизученных или нетрадиционных отложений. Метод позволяет минимизировать субъективное влияние на результат оценки за счет использования фактических данных и результатов статистического анализа в качестве обоснования диапазонов неопределенности и величин вероятности геологической успешности. Вероятностная оценка ресурсов, выполненная с использованием подхода, согласуется с объемом и точностью фактических данных и учитывает региональные тренды изменения свойств изучаемой геологической системы.

Выводы

В результате анализа описанных в литературе и применяемых в практике геологоразведочных работ методов оценки неопределенности и вероятности геологической успешности предложен усовершенствованный подход к их обоснованию:

- в пределах оцениваемых объектов в качестве функций плотности вероятности параметров резервуара следует использовать функции нормального распределения с математическим ожиданием, равным трендовому значению, и стандартным отклонением, соответствующим величине ошибки прогноза. Это обеспечивает согласованность величины ресурсной оценки с данными региональных трендов и фактическими в точках скважин;
- вероятность геологической успешности открытия залежи следует оценивать по функциям плотности вероятности соответствующих подсчетных параметров на основе их критических значений. Это обеспечивает согласованность вероятности успешности открытия залежи и величины ресурсной оценки.

Литература

1. BP Energy Outlook: 2020 edition. BP p.l.c., 2020. (In Eng).
2. Rose P.R. Risk analysis and management of petroleum exploration ventures. AAPG, 2001, Vol. 12, 164 p. (In Eng).

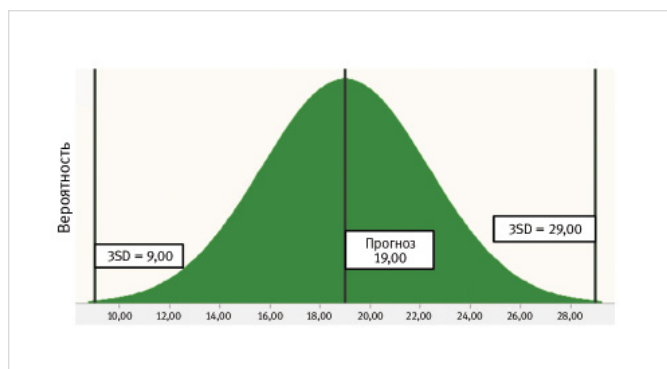


Рис. 2. Распределение вероятностей Нобщ в пределах прогнозного объекта
Fig. 2. Gross thickness probability distribution within estimation area

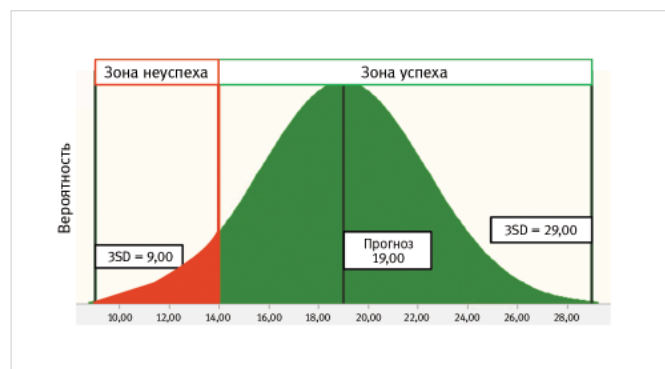


Рис. 3. Определение зоны успеха в интервале неопределенности Нобщ по величине критического значения параметра
Fig. 3. Success zone definition in the gross thickness uncertainty range via parameter critical value

3. Система управления ресурсами углеводородов. Society of Petroleum Engineers, 2018. 67 с.
4. The CCOP guidelines for risk assessment of petroleum prospects. Bangkok, Thailand, Coordinating Committee for Coastal and Offshore Geoscience Programmes in East and Southeast Asia, 2000, 35 p. (In Eng).
5. Murtha J.A. Risk analysis for the oil industry, article supplement to Hart's E&P, 2001, 11 p. (In Eng).
6. Guidelines for application of the petroleum resources management system. Society of Petroleum Engineers, 2011, 221 p. (In Eng).
7. Яневиц Е.А., Лапковский В.В., Лебедев М.В. Стохастическое моделирование структурных неопределенностей как основа вероятностной оценки ресурсов углеводородов // Пути реализации нефтегазового потенциала Западной Сибири. 2022. С. 154–164.
8. Шатров С.В. Оценка ресурсов углеводородов на основе совместного моделирования вероятностных и объемных характеристик поисковых объектов: Диссертация. Уфа, 2018. 160 с.
9. Delfiner P. Modeling dependencies between geologic risks in multiple targets. SPE Reservoir Evaluation and Engineering, 2003, Vol. 6, issue 1, P. 57–64. (In Eng).
10. Шатров С.В. Расчет вероятности открытия месторождения с учетом взаимной зависимости параметров в пределах оцениваемых пластов и структур // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2015. Т. 10. № 2. 14 с.
11. Поляков А.А., Мурзин Ш.М. Международный опыт анализа геологических рисков // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2012. Т. 7. № 4. 29 с.
12. Поляков А.А. Системный подход к анализу и снижению риска при поисках и разведке месторождений нефти и газа // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2016. Т. 11. № 1. 22 с.
13. Найт Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль. Москва: Дело, 2003. 360 с.
14. Икон К.О., Олюнина О.А. Методический подход к оценке рисков поисково-разведочного бурения и опыт прогноза количества открытий в результате реализации программы ГРП (на примере северо-восточных районов Западной Сибири) // Материалы Всероссийской молодежной научной конференции «Трофимукские чтения – 2019» (Новосибирск, 07–12 октября 2019). Новосибирск: ИНГ СО РАН, 2019. С. 170–173.

ENGLISH

Results

The new approach to risk assessment and uncertainty analysis for exploration process can be similarly applied to other volumetric parameters (not only for gross thickness forecast). It provides a general solution for uncertainties and geological risks substantiation and can be applied for petroleum resources estimation in the regional scale, for inconvenient or underinvestigated reservoirs. The method allows to minimize impact of subject on the estimation process due to actual data and statistical analysis results used as basis for uncertainty and probability of discovery assessment. Probabilistic recourse assessment performed via the approach complies with data amount and its accuracy, with regional trends of investigated geological system properties.

References

1. BP Energy Outlook: 2020 edition. BP p.l.c., 2020. (In Eng).
2. Rose P.R. Risk analysis and management of petroleum exploration ventures. AAPG, 2001, Vol. 12, 164 p. (In Eng).
3. Petroleum Resources Management System. Society of Petroleum Engineers, 2018. (In Russ).
4. The CCOP guidelines for risk assessment of petroleum prospects. Bangkok, Thailand, Coordinating committee for coastal and offshore geoscience programmes in East and Southeast Asia, 2000, 35 p. (In Eng).
5. Murtha J.A. Risk analysis for the oil industry, article supplement to Hart's E&P, 2001, 11 p. (In Eng).
6. Guidelines for application of the petroleum resources management system. Society of Petroleum Engineers, 2011, 221 p. (In Eng).
7. Yanevits E.A., Lapkovsky V.V., Lebedev M.V. Stochastic modeling of structural uncertainties as a basis for probability assessment of hydrocarbon resources. XXV Anniversary Scientific and Practical Conference "Ways of realization of oil and gas potential of West Siberia" conference proceedings. Khanty-Mansiysk: V.I. Shpilman research and analytical centre for the rational use of the subsoil. 2022. P. 154–164. (In Russ).
8. Shatrov S.V. Estimation of hydrocarbon resources based on joint modeling of probabilistic and volumetric characteristics of prospecting objects. Dissertation. Ufa: 2018, 160 p. (In Russ).
9. Delfiner P. Modeling dependencies between geologic risks in multiple targets. SPE Reservoir Evaluation and Engineering, 2003, Vol. 6, issue 1, P. 57–64. (In Eng).
10. Shatrov S.V. Calculation of oil or gas field discovery probability, accounting the inner dependence of probability parameters. Petroleum Geology – Theoretical and Applied Studies, 2015, Vol. 10, issue 2, 14 p. (In Russ).
11. Polyakov A.A., Murzin Sh.M. International experience in geological risk analysis. Petroleum Geology – Theoretical and Applied Studies, 2012, Vol. 7, issue 4, 29 p. (In Russ).
12. Polyakov A.A. Systematic approach to the risk reduction analysis during prospecting and exploration activity of oil and gas fields. Petroleum geology – Theoretical and applied studies, 2016, Vol. 11, issue 1, 22 p. (In Russ).
13. Knight F.H. Risk, uncertainty and profit. Moscow: Delo, 2003, 360 p. (In Russ).
14. Ikon K.O., Olyunina O.A. Methodological approach for assessing the risks of exploration drilling and the experience forecasting of numbers of discoveries as a result of implementation explorational program (as in the case of north-eastern areas of Western Siberia). All-russian youth scientific conference with the participation of foreign scientists "Trofimuk readings – 2019" (Novosibirsk, October 07–12, 2019). Novosibirsk: IPGG SB RAS, 2019, P. 170–173. (In Russ).

Conclusions

As the result of analysis of published and applied in exploration geology uncertainties and geological risk assessment methods the new improved approach to its substantiation is set forward:

- distribution function of estimating objects volumetric parameters can be specified as normal distribution, average forecast parameter value should be used as expected mean value and interpolation error value should be used as standard deviation. It provides conformity between resource estimation value and actual geological data;
- probability of discovery can be estimated via probabilistic distribution and critical values of volumetric parameters. It provides conformity between probability of discovery and resource estimation value.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Глухов Тимофей Вадимович, ведущий специалист, ООО «Тюменский нефтяной научный центр»; аспирант, Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия
Для контактов: tvglukhov@gmail.com

Glukhov Timofey Vadimovich, senior specialist, "Tyumen petroleum research center" LLC; postgraduate, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia
Corresponding authors: tvglukhov@gmail.com