

DOI: 10.33184/dokbsu-2020.6.1

## Риски и неопределенности на начальном этапе проектирования скважин

А. В. Тихонова, А. М. Собина\*

*Уфимский государственный нефтяной технический университет  
Россия, Республика Башкортостан, 450064 г. Уфа, улица Космонавтов, 1.*

*\*Email: aliya-0887@mail.ru*

Приведены виды рисков при проектировании добывающих скважин. Описаны способы «уклонения» от определенных рисков. На примере рассмотрена разработка карты ошибок, по которой было проведено бурение.

**Ключевые слова:** оценка рисков, разработка нефтяных месторождений, снижение рисков, структурные карты.

Достаточно актуальна проблема рисков и неопределенности при оценке эффективности нефтегазовых проектов. В первую очередь этот вопрос возникает в проектах по поиску, проектированию и разработке месторождений.

Разрабатываемое газовое месторождение является многоцелевой сложной системой однократного жизненного цикла с неопределенностями. Для систем такого типа весьма важно определять неопределенности, оценивать риски, разрабатывать и осуществлять мероприятия для их снижения.

Выделяются качественные и количественные методы оценки риска. Качественные – это анализ уместности затрат, метод аналогий, метод экспертных оценок. Количественные делятся на детерминистические (метод корректировки ставки дисконтирования, анализ чувствительности) и вероятностные (метод сценариев, метод дерева решений, метод имитационного моделирования).

На этапе проектирования и разработки газовых месторождений возникают различные виды неопределенности [2], например:

- перспективная – прогнозирование процессов, происходящих в пласте;
- технологическая – прогнозирование поломки оборудования, длительность его использования;
- стохастическая – недостаточность статистической информации;
- «неопределенность цели» – преследуются множество целей;
- «неопределенность природы»;
- экономическая, политическая, социальная и другие.

Кроме того, есть неопределенности истинные, обусловленные объективной невозможностью прогнозировать процесс (например, экономический – на далекую перспективу); информационные (например, геологические).

Геологический риск является следствием геологической неопределенности, которая возникает на начальном этапе. С целью его снижения строится геологическая модель с численными значениями, с использованием различных методов интерполяции, усредненных значений пористости и проницаемости, экспертных гипотез.

Далее для прогнозных расчетов применяют несколько вариантов (геологических моделей), каждая из которых определяет степень риска и затраты на ресурсы. Одна из основных задач – определение компромисса между вероятностью риска и возможными дополнительными тратами.

Выбор наиболее предпочтительного варианта разработки обосновывается экономическими расчетами по критериям экономической эффективности, однако они имеют еще большие риски.

Экономическая эффективность оценивается за длительный прогнозный период, в то время как экономические процессы весьма динамичны и не могут быть достоверно предсказуемы из-за случайных факторов.

Экономические неопределенности могут быть связаны, например, с будущей рыночной ситуацией; колебаниями цен на газ на внутреннем и мировом рынках; возможностью изменения курса валют; изменением законодательства, налогообложения; нарушением контрактов на добычу и транспорт газа; возникновением непредвиденных затрат.

Управление рисками включает их прогнозирование и реализацию системы мер для сокращения количества ситуаций, приводящих к ущербу и потерям. Оно состоит из идентификации, качественной оценки ущерба, разработки мер по снижению рисков и оценки стоимости разработанных мероприятий.

Варианты минимизации рисков:

- 1) обеспечение надежности функционирования объекта (резервирование некоторых скважин и промысловых аппаратов);
- 2) совершенствование методов и средств контроля над технологическими процессами (установка на устье скважин датчиков);
- 3) автоматизированное управление.

Рассмотрим на примере одного месторождения северного региона [1]. Используя модель средней скорости  $\bar{v}_0 = v_0 + e_{vk} = \sum_{k=1}^K h_k t_{0k}^2$  ( $v_0$  – скорость;  $e_{vk}$  – погрешность,  $h_k$  – глубина пласта в  $k$ -й скважине;  $t_{0k}$  – время бурения) спрогнозированы значения глу-

бин  $h_{0V}$ , затем вычислена разница с истинным значением  $h_k$  и построена карта ошибок (рис. 1). Получив значения карты в точках проектных скважин, можно распределить скважины по степени риска.

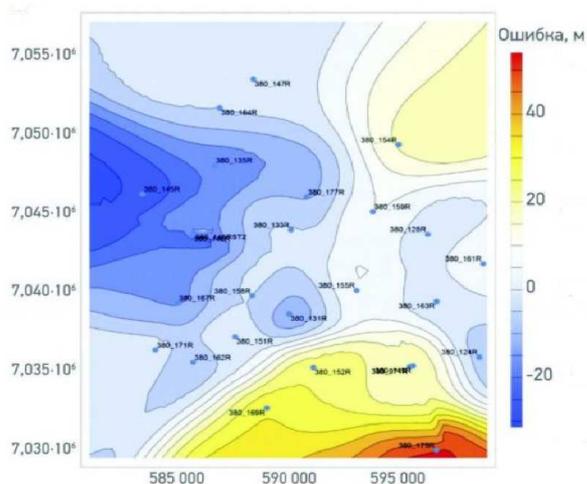


Рис. 1. Карта ошибок в определении глубины в результате перекрестной проверки.

Этот способ называется полным скользящим контролем и является одной из разновидностей перекрестной проверки. Такой подход позволяет оценить степень разброса возможных прогнозных оценок глубины поверхности. Разброс и есть мера неопределенности в проектной точке.

Без существенных потерь времени это возможно менее чем для 10 скважин, при большем числе скважин (на рассматриваемом месторождении имеется 26 опорных скважин, которые дают более 67 млн сочетаний) вычисления занимают очень много времени (выборочные расчеты для случайных 100 000 сочетаний заняли 30 мин). Сократить число сочетаний можно несколькими способами: использовать заданное число случайных разбиений, использовать только сочетания с определенным числом элементов, сократить число опорных скважин (выбрав только скважины, близкие к району проектного куста). Строя таким образом набор карт скоростей, получают набор структурных поверхностей. Тогда в каждой точке площади можно оценить разброс прогнозных глубин.

Выполненные оценки показали возможность размещения горизонтальных скважин при оптимистичном сценарии развития структуры. Для снижения рисков и уточнения геологического строения резервуара траектория первой горизонтальной скважины была заложена таким образом, чтобы в случае не подтверждения структурного плана получить информацию о наиболее северной части залежи. По результатам карты ошибок пробурены проектные скважины и проведено сравнение (рис. 2).

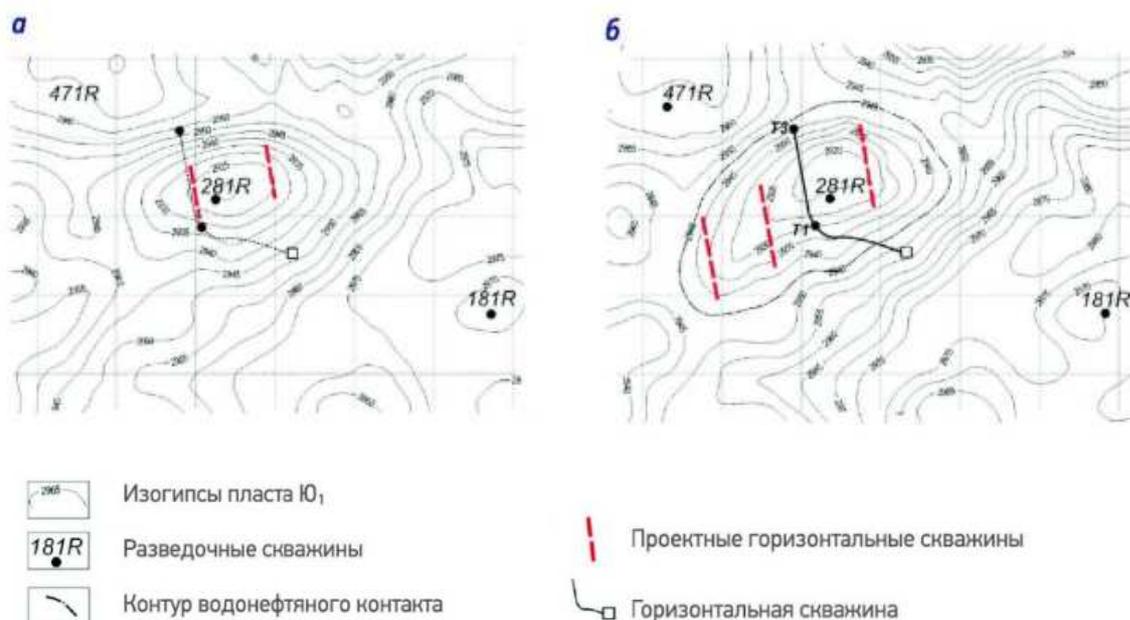


Рис. 2 – Структурные карты: исходная (а), после бурения горизонтальной скважины (б).

Знание уровня неопределенности позволило заранее выработать стратегию разбуривания залежи.

Итак, в данной работе показана необходимость дополнения рейтинга бурения оценками неопределенности модели и предложено использование дополнительных модификаций метода перекрестной проверки. Описанный подход позволяет получать дополнительные оценки для ранжирования скважин по степени риска.

## Литература

1. Р. Х. Мукаев Методы оценки рисков инвестиционных проектов разработки нефтяных месторождений// Masters Journal. 2015. №1. С. 353–358
2. А. В. Екименко, Н. Г. Главнов, Д. Е. Перминов Источник: Журнал «ПРОнефть»
3. Орлов А. И. Экспертные оценки// Заводская лаборатория. 1996. Т. 62. №1. С. 54–60.
4. Формирование геологического рейтинга бурения скважин – основа планирования комплексного проекта развития актива/ А. В. Билинчук, А. Н. Ситников, Р. Н. Асмандияров [и др.]// Нефтяное хозяйство. 2015. №12. С. 10–12.
5. Васильев Ю. Н. Применение системного подхода и методов системного анализа при проектировании и разработке газовых месторождений / Ю. Н. Васильев, Н. И. Дубина. – М.: Недра, 2011. 208 с.
6. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. – 2-я ред. / Мин. экон. РФ, Мин. фин. РФ, ГК по строительству, архитектуре и жилищной политике; под рук. В. В. Коссова, В. Н. Лившица, А. Г. Шахназарова. – М.: Экономика, 2000. 421с.

---

## **Risk and uncertainty at the initial stage of well development**

A. V. Tikhonova, A. M. Sobina\*

*Ufa State Petroleum Technological University*

*1 Kosmonavtov Street, 450064 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.*

*\*Email: aliya-0887@mail.ru*

This paper considers the types of risks in the design of production wells. Methods of “avoiding” certain risks are described. For example, the error map that was used for drilling was developed.

**Keywords:** risk assessment, development of oil fields, risk reduction, long-term forecast, structural maps.