

Гараев Г. Л.

магистрант, Кафедра Транспорта и Хранения Нефти и Газа

*Азербайджанский государственный университет нефти и
промышленности*

**АНАЛИЗ РИСКОВ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОВЕДЕНИЯ ОДНОВРЕМЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ПЛОТНОМ
РАЗМЕЩЕНИИ СКВАЖИН НА МОРСКИХ ОСНОВАНИЯХ**

Аннотация: Растущая интенсивность добычи углеводородов на шельфе в условиях ограниченного пространства платформ требует применения стратегий плотного размещения скважин. Целью данной работы является анализ производственных рисков, связанных с такой компоновкой, и поиск доступных инженерных решений для безопасного проведения одновременных операций (SIMOPS). В качестве основного метода исследования используется качественная оценка рисков с помощью матричного подхода и анализ пространственных моделей расстановки оборудования. В результате работы определены основные зоны конфликтов при обслуживании скважин и предложены практические рекомендации по зонированию палубы, позволяющие снизить время простоев и повысить безопасность персонала.

Ключевые слова: морские платформы, SIMOPS, матрица рисков, размещение скважин, устьевое оборудование, зонирование палубы, производственная безопасность.

Garayev G. L.

master's student

Azerbaijan State Oil and Industry University

**RISK ANALYSIS AND EFFICIENCY ENHANCEMENT OF
SIMULTANEOUS OPERATIONS (SIMOPS) IN HIGH-DENSITY WELL
PLACEMENT ON OFFSHORE STRUCTURES**

Abstract: The increasing intensity of offshore hydrocarbon extraction in constrained platform environments requires the application of high-density well placement strategies. The aim of this work is to analyze the operational risks associated with such layouts and find accessible engineering solutions for the safe execution of simultaneous operations (SIMOPS). The primary research method involves qualitative risk assessment using a matrix approach and spatial modeling analysis of equipment layout. As a result, the main conflict zones during well maintenance are identified, and practical recommendations for deck zoning are proposed to reduce downtime and enhance personnel safety.

Keywords: offshore platforms, SIMOPS, risk matrix, well placement, wellhead equipment, deck zoning, industrial safety.

Введение

Добыча нефти и газа на континентальном шельфе сопряжена с рядом серьезных инженерных и организационных трудностей [4, 5]. Одной из главных проблем при проектировании и эксплуатации морских нефтегазовых сооружений является строгое ограничение полезной площади палубы и грузоподъемности опорного основания [2, 3, 6]. Для повышения экономической рентабельности проектов, особенно на старых месторождениях (brownfields), операторы стремятся разместить максимальное количество скважин на одной платформе. Такая стратегия уплотнения сетки скважин позволяет избежать колоссальных затрат на строительство дополнительных морских эстакад или новых платформ, что особенно актуально для условий Каспийского моря.

Однако высокая плотность размещения устьевого оборудования неизбежно приводит к усложнению логистики и технологических процессов на палубе [2]. При такой компоновке возникает необходимость проведения одновременных операций, известных в международной практике как SIMOPS (Simultaneous Operations). Суть SIMOPS заключается в том, что в непосредственной близости друг от друга параллельно выполняются потенциально несовместимые виды работ [1]. Например, на платформе может происходить бурение новой скважины с перемещением тяжелых грузов кранами, в то время как соседние скважины, находящиеся всего в нескольких метрах, продолжают фонтанировать под высоким давлением, обеспечивая добычу углеводородов.

Основная проблема заключается в том, что тесное соседство действующих скважин и бурового оборудования многократно повышает риск аварийных ситуаций [2, 4, 5]. Падение груза при такелажных работах, утечка газа или механическое повреждение фонтанной арматуры могут привести к остановке всей платформы. Для обеспечения безопасности операторам часто приходится искусственно останавливать процесс добычи

на время проведения буровых или ремонтных работ на соседних скважинах. Это порождает существенные временные простои и экономические потери. Таким образом, актуальной задачей является поиск оптимального баланса: как сохранить высокую плотность скважин, минимизировать риски при SIMOPS и не потерять в эффективности из-за постоянных остановок оборудования.

Методы и исследования

Для решения поставленной задачи в данном исследовании был применен комплексный подход, базирующийся на анализе отраслевых стандартов безопасности [2, 3], изучении статистики технологических простоев и использовании методов пространственного планирования. В отличие от сложного математического моделирования, на уровне практического инженерного планирования наиболее эффективным инструментом является визуальный и геометрический анализ компоновки палубы. Исследование основывалось на построении стандартных моделей расстановки устьевого оборудования, манифольдов и путей перемещения буровой вышки.

Основным методом оценки опасностей стала качественная матрица рисков (размерностью 5x5), которая широко применяется в системе управления охраной труда и промышленной безопасностью (HSE). Риски классифицировались по двум параметрам: вероятности возникновения инцидента и тяжести его возможных последствий. В рамках исследования были проанализированы типичные сценарии SIMOPS: перемещение грузов над рабочими зонами, проведение огневых работ вблизи действующих скважин и работы по интенсификации притока [2]. Для каждого сценария определялась «критическая дистанция» - минимально допустимое расстояние между источником опасности и действующим объектом.

Дополнительно исследовались эксплуатационные журналы морских платформ с целью выявления основных причин непроизводительного времени (НПВ) [5, 6]. Было установлено, что значительная доля простоев классифицируется как «ожидание по условиям безопасности» [2, 6]. Анализ этих данных позволил выявить так называемые пространственные конфликты. Пространственный конфликт возникает тогда, когда зона действия грузоподъемного крана или пути эвакуации персонала пересекаются с участками палубы, где расположены высоконапорные линии или ведутся работы с использованием открытого огня. Сопоставление этих зон на чертежах платформы дало возможность наглядно визуализировать наиболее проблемные участки палубы.

Результаты исследования

Результаты проведенного анализа подтвердили, что сокращение расстояния между устьями скважин до значений менее 2,5-3 метров критически усложняет проведение одновременных операций. Было выявлено, что при такой плотности традиционные регламенты безопасности требуют остановки добычи на всех смежных скважинах при проведении любых спускоподъемных операций на соседней ячейке. Это приводит к потере до 15-20% потенциального времени работы скважины. Главным фактором риска в плотных компоновках было признано падение предметов сверху (Dropped Objects) при работе буровой установки, так как траектория перемещения труб неизбежно проходит над действующей фонтанной арматурой.

В ходе исследования были разработаны практические решения по снижению влияния этих рисков на эффективность работы платформы без необходимости изменения её общей конструкции.

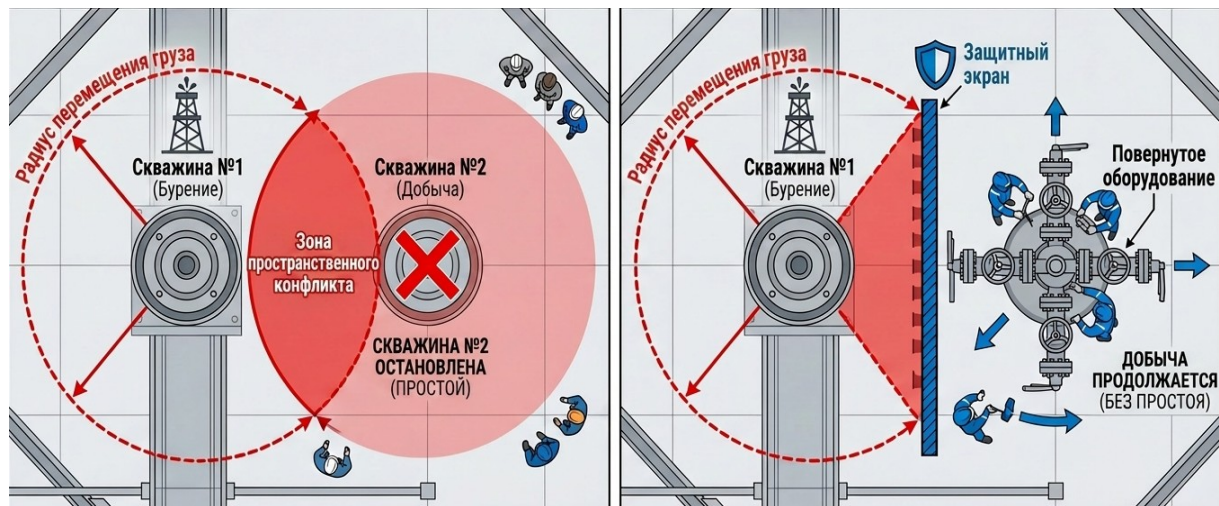


Рис. 1. Схема решения пространственных конфликтов при проведении SIMOPS: сравнение традиционной компоновки и оптимизированной схемы с применением защитного экрана и переориентации оборудования.

В первую очередь, обоснована необходимость применения физического зонирования. Установка временных защитных экранов (Impact Shields) и противовыбросовых перегородок между зоной бурения и зоной добычи позволяет изолировать участки друг от друга. Подобное физическое разделение позволяет перевести ряд операций из категории несовместимых в категорию допустимых при соблюдении дополнительных мер контроля. Расчеты показывают, что применение таких барьеров способно сократить время простоев, связанных с ожиданием безопасности, более чем в два раза.

Кроме того, исследование показало важность правильной ориентации оборудования еще на этапе проектирования модуля или его модернизации. Было предложено разворачивать устьевую арматуру таким

образом, чтобы штурвалы задвижек, панели управления и зоны обслуживания были направлены в сторону от основных маршрутов перемещения тяжелых грузов. Простая геометрическая переориентация позволяет вывести персонал, обслуживающий скважину, из зоны потенциального поражения при такелажных работах. Также в качестве организационной меры предложен алгоритм синхронизации графиков работ, при котором наиболее рискованные этапы бурения (например, спуск обсадной колонны) планируются на периоды планового технического обслуживания соседних добывающих скважин.

Заключение

Проведенное исследование доказывает, что плотное размещение скважин на морских платформах является неизбежной технической тенденцией, продиктованной экономической целесообразностью. Однако максимизация использования площади палубы не должна достигаться ценой снижения уровня производственной безопасности. Организация одновременных операций (SIMOPS) в стесненных условиях требует перехода от жестких запретительных мер к гибкому управлению рисками.

Ключевыми инструментами для повышения операционной эффективности являются грамотное пространственное планирование на основе 3D-моделей, использование качественных матриц риска и применение методов физического зонирования палубы. Внедрение защитных экранов, продуманная ориентация устьевого оборудования и строгая координация графиков работ позволяют безопасно проводить бурение и добычу параллельно. Реализация предложенных инженерных и организационных подходов дает возможность морским нефтегазовым предприятиям существенно снизить непроизводительные простои,

обеспечить защиту персонала и повысить общую рентабельность эксплуатации месторождения.

Использованные источники:

1. Ganci, F., Gerboni, R., and A. Carpignano. "Simultaneous Operations in Oil & Gas Industry: From Regulation to Practice." Paper presented at the Offshore Mediterranean Conference and Exhibition, Ravenna, Italy, March 2017.
2. Vinnem, Jan. (2007). Offshore Risk Assessment: Principles, Modelling and Applications of QRA Studies. DOI: 10.1007/978-1-84628-717-6.
3. Velez, P.K., Liles, C.O., and K. Satterlee. "An Overview of API RP 75 and RP 14J." Paper presented at the Offshore Technology Conference, Houston, Texas, May 1995. doi: <https://doi.org/10.4043/7732-MS>
4. Мирзоев Ф.Д. Научно-методические основы выбора рационального варианта нефтегазопромисловых платформ для освоения шельфа: дис. канд. техн. наук :25.00.18 / Фуад Дилижан оглы Мирзоев; Москва. ООО «Газпром ВНИИГАЗ»., 2003. – 116 с.
5. Бородавкин П.П. Морские нефтегазовые сооружения: Учебник для вузов. Часть 1. Конструирование. / П.П. Бородавкин – М: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. – 555 с.
6. Мирзоев Д.А. Основы морского нефтегазового дела: Том 1: Обустройство и эксплуатация морских нефтегазовых месторождений: Учебник. / Д.А. Мирзоев – М.: Издательский цент РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2014. – 272 с.