

Научная статья / Original research article  
УДК 622.245.4+622.276.53+550.837  
DOI:10.31660/0445-0108-2025-5-50-61  
EDN: DWGZTI



## Влияние гидроразрыва пласта на соседнюю скважину, находящуюся в бурении

С. А. Булгиев\*, А. А. Матвеев

ООО «РН-Центр экспертной поддержки и технических решений», Тюмень, Россия,  
\*Limitsultan@mail.ru

**Аннотация.** Предпосылкой исследования послужили участвовавшие случаи негативного воздействия гидроразрыва пласта на соседние скважины, находящиеся в стадии бурения, особенно в условиях плотной кустовой застройки и аномально высокого пластового давления. Цель работы — выявить механизмы распространения давления и трещин при гидроразрыве пласта, оценить их влияние на конструкции незавершенных скважин и предложить инженерные меры для минимизации рисков. Ведущим методом исследования является комплексное геомеханическое и гидродинамическое моделирование с использованием расчетных схем KGD, PKN и 3D-симуляций роста трещин, дополненное анализом практических инцидентов. В результате установлено, что при неблагоприятных геологических и конструктивных условиях радиус влияния трещины может превышать 300 м, что создает угрозу нарушения герметичности, гидропрорывов и межпластовых перетоков. Разработан набор рекомендаций, включающий корректировку проектных расстояний, раннее цементирование уязвимых интервалов, использование систем мониторинга и поэтапное проведение гидроразрыва пласта. Практическая значимость работы заключается в возможности применения полученных выводов при проектировании и эксплуатации скважин, что позволит улучшить промышленную безопасность и снизить вероятность аварий при одновременном бурении и проведении гидроразрыва пласта.

**Ключевые слова:** гидроразрыв пласта, бурение, соседняя скважина, аномально высокое пластовое давление, герметичность, трещинообразование, геомеханика, цементация, аварийные ситуации

**Для цитирования:** Булгиев, С. А. Влияние гидроразрыва пласта на соседнюю скважину, находящуюся в бурении / С. А. Булгиев, А. А. Матвеев. – DOI 10.31660/0445-0108-2025-5-50-61 // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2025. – № 5. – С. 50–61. – EDN: DWGZTI

## Impact of hydraulic fracturing on a nearby well under drilling

Sultan A. Bulgiev\*, Aleksey A. Matveev

RN-the Center for Expert Support and Technical Development LLC, Tyumen, Russia  
\* Limitsultan@mail.ru

**Abstract.** The premise of the study is increasing cases of negative impacts of hydraulic fracturing on nearby wells that are still being drilled, especially in areas with dense well clustering and abnormally high reservoir pressure. This paper is to identify the mechanisms of pressure and fracture propagation during hydraulic fracturing, assess their effects on the integrity of unfinished wells, and propose engineering measures to minimize risks. The leading method for the study is a combination of geomechanical and hydrodynamic modeling using KGD, PKN, and 3D fracture growth simulations, supported by analysis of real-world incidents. As a result, the authors of this paper found that under unfavorable geological and structural conditions, the fracture influence radius can exceed 300 meters, posing risks of casing damage, fluid leaks, and cross-flow between layers. In addition, the authors have developed, including adjusting well spacing, early cementing of vulnerable intervals, using monitoring systems, and performing hydraulic fracturing in stages. The practical value of this work consists in applying these findings to well design and operation to improve industrial safety and reduce accidents during simultaneous drilling and hydraulic fracturing.

**Keywords:** hydraulic fracturing, drilling, adjacent well, abnormally high formation pressure, well integrity, fracture propagation, geomechanics, cementing, emergency scenarios

**For citation:** Bulgiev, S. A., & Matveev, A. A. (2025). Impact of hydraulic fracturing on a nearby well under drilling. *Oil and Gas Studies*, (5), pp. 50-61. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2025-5-50-61

## **Введение**

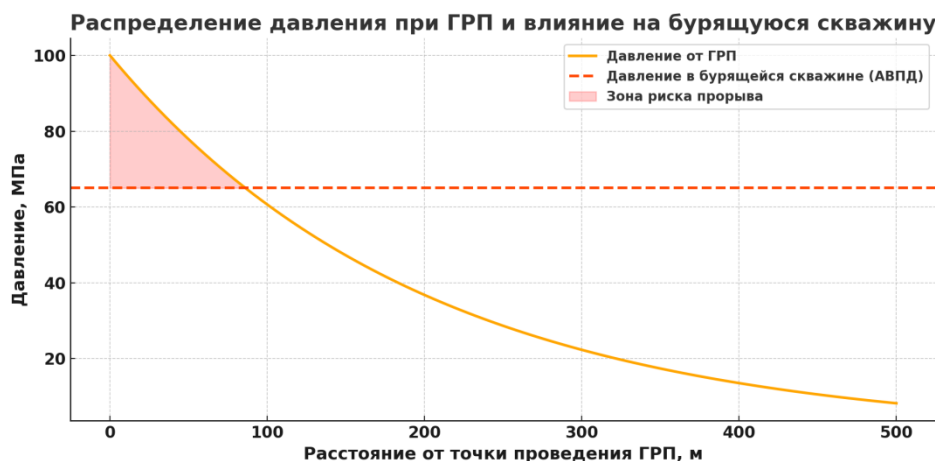
Гидроразрыв пласта (ГРП) представляет собой один из ключевых методов интенсификации добычи нефти и газа и обеспечивает повышение проницаемости коллектора за счет создания искусственных трещин. Метод многостадийного гидроразрыва пласта зарекомендовал себя как один из наиболее эффективных для горизонтальных скважин [1]. Несмотря на эффективность технологии, проведение ГРП сопряжено с рядом потенциальных рисков, особенно в условиях плотной кустовой застройки, где в непосредственной близости от объекта ГРП могут находиться другие скважины, в том числе на стадии бурения.

Одной из наиболее актуальных и недостаточно изученных проблем является влияние ГРП на соседние скважины, которые еще не завершены или не оснащены всеми элементами конструкции, обеспечивающими герметичность. При этом воздействие осуществляется не только за счет прямого распространения трещин, но и через изменение гидродинамических условий, разность давлений и возможное гидравлическое сообщение между пластами. Наибольшую опасность представляют случаи, когда бурящаяся скважина находится в зоне аномально высокого пластового давления (АВПД), поскольку это резко повышает вероятность возникновения осложнений — от гидропрорывов до межпластовых перетоков и нарушений целостности обсадной колонны.

Практика нефтегазодобычи показывает, что даже при соблюдении стандартных проектных расстояний между скважинами последствия ГРП могут быть непредсказуемыми, особенно в условиях трещиноватых коллекторов и слабой цементации. Это требует более детального анализа геомеха-

нических, гидродинамических и конструктивных факторов, влияющих на безопасность бурения и проведения ГРП вблизи. Также возрастает необходимость разработки и внедрения точных методик моделирования, мониторинга и инженерных решений, направленных на минимизацию рисков.

Настоящая статья направлена на всестороннее рассмотрение этой проблемы: от механики трещинообразования до анализа реальных аварийных случаев с целью выработки рекомендаций по безопасному сосуществованию операций бурения и ГРП в условиях современного месторождения.



*Рисунок. Распределение давления при гидроразрыве пласта и его потенциальное влияние на соседнюю бурящуюся скважину*

График на рисунке иллюстрирует распределение давления при гидроразрыве пласта и его потенциальное влияние на соседнюю бурящуюся скважину. Красная зона — область, где давление от ГРП превышает давление в бурящейся скважине с АВПД, что создает риск гидропрорыва и аварийных ситуаций.

### **Механика трещинообразования и распространения ГРП**

Процесс гидроразрыва пласта основан на закачке специальной жидкости под высоким давлением в продуктивный пласт через перфорационные каналы. Цель — инициировать и развить трещину, которая повысит проницаемость коллектора и обеспечит эффективный отток углеводородов. Воздействие давления приводит к превышению прочностных характеристик породы, в частности — ее сопротивления на растяжение. Это вызывает формирование гидравлической трещины, геометрия и развитие которой зависят от комплекса факторов.

К числу определяющих факторов механики трещинообразования относятся:

- давление закачки и его превышение над напряжениями в породе, в первую очередь — над минимальным горизонтальным напряжением, которое определяет направление раскрытия трещины;
- механические свойства горных пород, включая модуль упругости (модуль Юнга), коэффициент Пуассона, а также хрупкость или пластичность материала;
- трехосное напряженное состояние в недрах, включающее вертикальные и горизонтальные напряжения, определяющее ориентацию и направление распространения трещин;
- природная трещиноватость пласта, способная как облегчать, так и отклонять развитие искусственно индуцированной трещины;
- геометрия и свойства цементного кольца и обсадных колонн в соседних скважинах, особенно если они находятся в стадии бурения.

Типовая формула, определяющая давление, необходимое для начала разрушения породы, выглядит следующим образом:

$$P_{\text{тр}} = \sigma_{\text{max}} + T_0, \quad (1)$$

где  $P_{\text{тр}}$  — давление разрыва,  $\sigma_{\text{max}}$  — максимальное горизонтальное напряжение (МПа),  $T_0$  — прочность породы на разрыв.

После инициации трещина распространяется под действием давления закачки, и ее конфигурация во многом определяется вязкостью жидкости, фильтрационными потерями и сопротивлением со стороны окружающей породы.

На практике для прогнозирования геометрии трещины применяются различные инженерные модели [2]:

- KGD (Khristianovich–Geertsma–de Klerk) — для трещин, распространяющихся в вертикальной плоскости, применимая при больших длинах трещины.
- PKN (Perkins–Kern–Nordgren) — для тонких пластов с ограничением по высоте трещины.
- Трехмерные (3D-Frac) — позволяют учитывать сложную геометрию, фильтрационные потери, неоднородность пород и влияние гравитации.

Эти модели помогают рассчитать ключевые параметры трещины — длину, ширину, высоту, а также распределение давления внутри на различных стадиях закачки<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> РД 153-39.0-109-01. Методические указания по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений. Утвержден и введен в действие с 01.03.2002 г. приказом Минэнерго России от 05.02.2002 г. № 30.

Отдельное значение имеет понятие радиуса влияния трещины. Он зависит от объема закачки, проницаемости пласта, вязкости закачиваемой жидкости и прочностных характеристик породы. При неблагоприятных условиях радиус может достигать 100–300 м и более, особенно в трещиноватых или слабоцементированных коллекторах.

В такой зоне повышенной чувствительности возможен риск *сквозного прорыва трещины* в сторону бурящейся скважины, особенно при отсутствии цементации в зоне потенциального контакта. В случае, если индуцированная трещина достигает интервала без цементного кольца или незащищенного открытого ствола, возникает вероятность гидропрорыва с выходом жидкости в ствол скважины, находящейся в бурении, что может привести к аварийной ситуации: межпластовому перетоку, разгерметизации и неконтролируемому выбросу.

Таким образом, глубокое понимание механики трещинообразования, подкрепленное расчетами и моделированием, является необходимым условием безопасного проведения ГРП в условиях кустового бурения.

Особое внимание следует уделять зонам возможного сквозного прорыва, а также контролю состояния конструкции скважины и цементации в интервалах риска [3].

Влияние на соседние скважины определяется по критерию достижения давления, достаточного для раскрытия трещин в нецементированных интервалах или превышающего предел прочности цементного кольца. Это может привести к нарушению герметичности обсадной колонны и перетокам между пластами или внутрь скважины, особенно при наличии АВПД.

### Градиент давления и расстояние влияния

Градиент давления оценивается по формуле

$$P = \rho \cdot g \cdot H + \Delta P_{\phi}, \quad (2)$$

где  $\rho$  — плотность жидкости,  $g$  — ускорение свободного падения,  $H$  — глубина по вертикали,  $\Delta P_{\phi}$  — потери на трение при циркуляции.

Эквивалентное циркуляционное давление (ЭЦП) в бурящейся скважине [2]

$$\text{ЭЦП} = \rho + \frac{\Delta P_{\phi}}{0,0981 \cdot H}, \quad (3)$$

где ЭЦП — эквивалентное циркуляционное давление ( $\text{г/см}^3$ ),  $\rho$  — плотность бурового раствора ( $\text{г/см}^3$ ),  $\Delta P_{\phi}$  — потери давления на трение (МПа),  $H$  — глубина по вертикали (м), 0.0981 — коэффициент ( $g$ ) пересчета МПа в  $\text{г/см}^3$ .

Расстояние влияния гидравлической трещины определяется совокупностью геофизических, гидродинамических и технологических факторов. Оно характеризует ту предельную дистанцию, на которую трещина может распространиться от точки инициирования при заданных условиях, включая фильтрационные потери и сопротивление окружающих пород.

Ключевые факторы, влияющие на расстояние распространения трещины:

- *Объем закачиваемой жидкости:* чем он больше, тем выше вероятность развития трещины на большую длину, особенно при сохранении давления выше давления раскрытия.
- *Проницаемость и пористость пласта:* в высокопроницаемых коллекторах значительная часть закачиваемой жидкости теряется на фильтрацию в матрицу породы, что ограничивает длину трещины. В низкопроницаемых породах, наоборот, трещина развивается дальше при том же объеме закачки.
- *Вязкость закачиваемого агента (жидкости ГРП):* более вязкие жидкости дольше сохраняют давление в трещине, обеспечивая ее устойчивое раскрытие и развитие на большую дистанцию. Низковязкие — быстрее фильтруются и теряют давление.
- *Механические и геометрические свойства породы:* модуль упругости, коэффициент Пуассона, хрупкость и трещиноватость определяют сопротивление раскрытию и направлению распространения трещины. Например, в трещиноватых карбонатах индуцированная трещина может разветвляться, увеличивая зону охвата.
- *Геометрия пласта и давление замыкания:* толщина продуктивного интервала, вертикальные границы (сланцы или водоупоры), а также градиент напряжений по вертикали/горизонтали могут ограничивать либо, наоборот, способствовать вертикальному росту трещины.
- *Наличие естественных разломов и зон ослабления:* в таких местах может произойти «разгрузка давления» и отклонение основного канала трещины, что также влияет на направление и дальность распространения [2].

Практически установлено, что при неблагоприятных условиях (например, в карбонатных коллекторах с развитой трещиноватостью и недостаточной цементацией соседних скважин) трещины могут достигать расстояний 100–300 м и более, что создает значительные риски при наличии незавершенных или ослабленных стволов вблизи.

### **Примеры из практики**

*Пример 1.* Пермский край, 2017 год. При проведении ГРП в горизонтальной скважине произошел прорыв жидкости в соседнюю вертикальную скважину в стадии бурения. Причина — недостаточное расстояние (менее 150 м) и отсутствие цемента в интервале перфорации.

*Пример 2.* Западная Сибирь, 2021 год. На фоне АВПД в бурящейся скважине случился внезапный выброс во время проведения ГРП на соседнем кусте. Трещина достигла ослабленного интервала, не укрепленного обсадной колонной.

*Пример 3.* Ханты-Мансийский автономный округ, 2019 год. Во время проведения ГРП в одной из горизонтальных скважин произошло падение давления в соседней бурящейся скважине, расположенной на расстоянии около 220 м. Причиной послужила слабая цементация в нижней части обсадной колонны, что позволило трещине достичь кольцевого пространства и вызвать поступление жидкости. Инцидент удалось стабилизировать путем экстренной закачки плотного раствора, однако работы были приостановлены на 5 суток.

- *Пример 4.* Республика Татарстан, 2020 год. При проведении ГРП в известняковом коллекторе зафиксировано давление в межтрубном пространстве на соседней скважине в бурении. В дальнейшем была выявлена связь трещины с естественным разломом, через который давление распространилось на расстояние около 350 м. Случай стал основанием для пересмотра геомеханической модели месторождения и внедрения обязательного микросейсмического мониторинга<sup>2</sup>.

- *Пример 5.* Оренбургская область, 2022 год. В условиях высокой температуры и низкой прочности цемента произошел разрыв в цементном кольце рядом с зоной перфорации в скважине в бурении. Трещина от ГРП достигла этой зоны спустя 7 минут после начала основного этапа закачки. Результатом стал переток между горизонтами и необходимость капитального ремонта обеих скважин.

### **Геологические условия и конструкция скважин**

Влияние геологических условий на распространение гидравлической трещины является критически важным фактором при планировании и проведении ГРП, особенно в зонах плотной кустовой застройки. Особое внимание уделяется строению коллектора, трещиноватости, литологической неоднородности, наличию тектонических нарушений, перепадам пластовых давлений и физико-механическим характеристикам пород [4].

Наибольшую опасность в контексте взаимодействия трещины с соседними скважинами представляют:

- Трещиноватые карбонатные коллекторы (известняки, доломиты). Они обладают высокой хрупкостью и часто пересечены системой естественных трещин. Индуцированная трещина в таких условиях может переключаться с искусственной на естественную, что ведет

---

<sup>2</sup> РД 153-39.0-109-01. Методические указания по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений. Утвержден и введен в действие с 01.03.2002 г. приказом Минэнерго России от 05.02.2002 г. № 30.

к непредсказуемому пути распространения и увеличению длины трещины до нескольких сотен метров.

- Трещиноватые песчаники с низкой цементацией. Они подвержены вторичным разрушениям под действием давления закачки. Особенно опасны в сочетании с перепадами напряжений по горизонтали и вертикали.

- Пласты с литологической неоднородностью и перепадами проницаемости. Они создают условия для отклонения или сегментации трещины, особенно в зонах перехода от песчаников к глинам, от коллекторов к водоупорам.

- Разломные зоны и тектонические слабые зоны. Могут служить проводниками давления и привести к его выходу в соседние скважины, если они совпадают с незакрепленными интервалами.

Также важную роль играет градиент напряжений в разрезе: резкий контраст между минимальными горизонтальными напряжениями в разных пластах может вызвать «перелом» трещины вверх или вниз, вплоть до выхода за пределы продуктивного горизонта.

### **Требования к конструкции скважин в зоне риска**

При проектировании и строительстве скважин вблизи участков, где планируется проведение ГРП, необходимо учитывать потенциальное давление воздействия и возможность проникновения индуцированной трещины в обсаженную или открытую часть соседней скважины. Особенно критичны ситуации, когда рядом находится скважина в стадии бурения, не имеющая еще полной конструкции и цементации.

Ключевые конструктивные решения включают:

- Раннее цементирование потенциально уязвимых интервалов — особенно если по геомеханической модели эти зоны могут быть пересечены трещиной. Цемент должен обеспечивать полную кольцевую изоляцию, без каналов.

- Использование цемента с повышенной адгезией и расширением — для компенсации микроподвижек и предотвращения отрыва цемента от породы или обсадной колонны.

- Монтаж противовыбросового оборудования (ПВО) на устье бурящейся скважины даже в ранней стадии — как мера предотвращения неконтролируемого выброса при прорыве давления.

- Применение обсадных колонн с повышенной толщиной стенки или с двойной конструкцией в интервалах потенциального контакта.

- Использование буровых растворов повышенной плотности и низкой фильтрации, обеспечивающих противодействие и минимизирующих проникновение внешнего давления в ствол скважины.



- Установка датчиков давления, акустических и сейсмических датчиков для оперативного мониторинга состояния соседней скважины при проведении ГРП<sup>3</sup>.

Дополнительно перспективным направлением является использование селективных компоновок для проведения многостадийного гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах, позволяющих изолировать интервалы и управлять процессом закачки [5].

Таким образом, геологические параметры пласта и инженерные решения конструкции скважины должны рассматриваться в единой системе геомеханического моделирования и управления рисками. Только в этом случае можно обеспечить безопасное сосуществование операций бурения и проведения ГРП в условиях плотного расположения скважин АВПД.

### **Рекомендации**

На основании анализа механизмов распространения трещин при ГРП, геологических условий, конструктивных уязвимостей и реальных инцидентов можно сформулировать комплекс инженерных и организационных рекомендаций по обеспечению безопасного сосуществования бурения и проведению гидроразрыва пласта на плотных кустах скважин.

### **Геомеханическое моделирование и планирование**

- Проведение предварительного геомеханического моделирования с учетом напряженного состояния пласта; геометрии и ориентации естественных трещин и разломов; свойств цемента и обсадных колонн соседних скважин; АВПД в скважине.
- Моделирование траектории распространения трещины с помощью современных 3D-симуляторов (MFrac, FracCADE, FracPro и другие), с оценкой возможного контакта с соседними стволами.
- Установление безопасного расстояния между активной зоной ГРП и незавершенной скважиной, в зависимости от литологии, объема закачки и параметров жидкости. При высоких рисках рекомендовано не менее 250–300 м.

### **Технические мероприятия на бурящейся скважине**

- Раннее цементирование обсадных колонн в зоне потенциального контакта с индуцированной трещиной (если позволяют условия бурения).
- Применение цементов с расширяющимся эффектом или самоуплотняющихся составов для улучшения кольцевой изоляции и снижения риска каналов за колонной.

---

<sup>3</sup> РД 153-39.0-109-01. Методические указания по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений. Утвержден и введен в действие с 01.03.2002 г. приказом Минэнерго России от 05.02.2002 г. № 30.

- Использование буровых растворов повышенной плотности, обеспечивающих противодействие на пласт при возможном внешнем гидроударе.
- Установка устьевого оборудования с функцией автоматического отсечения притока, особенно в скважинах без ПВО на момент проведения ГРП<sup>4</sup>.
- Регулярное проведение интегральной оценки герметичности скважины (например, с помощью CementBondLog, VDL и прочего).

### **Организационно-контрольные меры**

- Координация работ между сервисными компаниями и буровым подрядчиком: единый операционный план с взаимными временными окнами и резервами.
- Внедрение системы оперативного мониторинга (давление, температура, акустика, микросейсмика) в реальном времени на всех активных кустах<sup>5</sup>.
- Проведение предварительной диагностики соседних скважин: анализ истории цементации, давления, осложнений в интервалах, близких к воздействию.
- Разработка аварийных сценариев и регламентов реагирования на случай признаков сквозного прорыва или межпластового перетока.

### **Протокол безопасности при проведении ГРП**

- Осуществление интервального ГРП (поэтапного), с постепенным наращиванием давления и объема — с обязательным контролем состояния соседней скважины после каждого этапа.
- Применение волновой и сейсмоакустической диагностики для определения направления и длины трещины в реальном времени.
- При проведении ГРП вблизи бурящихся скважин — обязательное присутствие буровой бригады на соседнем объекте, готовой к немедленному реагированию.

Внедрение указанных мер позволяет значительно снизить риск аварийных ситуаций, защитить конструкции скважин и обеспечить устойчивость к воздействию внешнего давления, создаваемого при гидроразрыве

<sup>4</sup> ГОСТ Р 51365 – 2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Нефтяная и газовая промышленность оборудование для бурения и добычи. Оборудование устья скважины и фонтанное устьевое оборудование. Общие технические требования. ISO 10423:2003. Petroleum and natural gas industries — Drilling and production equipment — Wellhead and Christmas tree equipment — General specifications (MOD). – Москва: Стандартинформ. – 2011.

<sup>5</sup> ГОСТ 8.586.1 – 2005 (ИСО 5167-1:2003). Государственная система обеспечения единства измерений Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств — Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full (MOD). – Москва: Стандартинформ. – 2005.

пласта. Особое значение имеет системный подход: геология, бурение, ГРП и контроль — как единая цепочка безопасности.

### **Выводы**

Проведение гидроразрыва пласта вблизи скважины, находящейся в стадии бурения, сопряжено с существенными рисками. Разность давления, наличие АВПД, отсутствие цементирования или конструктивные дефекты могут привести к аварийным ситуациям. Глубокий анализ геомеханических и гидродинамических факторов является необходимым условием безопасного проектирования и эксплуатации скважин в условиях плотного расположения скважин [3].

### **Список источников**

1. Аминеев, И. С. Оценка применения многостадийного гидроразрыва пласта. / И. С. Аминеев, Э. М. Шарафутдинов. – Текст: непосредственный // материалы 46-й всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием в 2-х томах. – Октябрьский, 26 апреля 2019 года. – Уфа : Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2019. – С. 3–6.
2. Smith, M. B. Hydraulic Fracturing / M. B. Smith, C. Montgomery. – CRC press, 2015. – 812 p. – Text : direct.
3. Исследование развития трещин многостадийного гидроразрыва пласта на горизонтальных скважинах уплотняющего бурения / С. А. Ерастов, А. М. Садыков, И. Ф. Галлямов [и др.]. – DOI 10.24412/2076-6785-2024-5-44-49. – Текст : непосредственный // Экспозиция Нефть Газ. – 2024. – № 5(106). – С. 44–49.
4. Zoback, M. D. Reservoir Geomechanics / M. D. Zoback. – Text : direct. – Cambridge University Press, 2010. – 490 p.
5. Селективный многостадийный гидроразрыв продуктивного пласта в скважинах с горизонтальным окончанием / В. П. Овчинников, Н. М. Шамсутдинов, С. Н. Бастриков [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – 2021. – № 2. – С. 37–42.

### **References**

1. Aminev, I. S. & Sharafutdinov, E. M. (2019). Appraisal of gas eor development perspectives, which use different gases as agent. Materialy 46-y vse-rossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii molodykh uche-nykh, aspirantov i studentov s mezhdunarodnym uchastiem v 2-kh tomakh. Oktyabr'skiy, 26 aprelya 2019 goda. Ufa, Ufimskiy gosudarstvennyy neftyanoy tekhnicheskii universitet Publ., pp. 3-6. (In Russian).
2. Smith, M. B., & Montgomery, C. (2015). Hydraulic fracturing. CRC press. – 812 p. (In English).
3. Erastov, S. A., Sadykov, A. M., Gallyamov, I. F., Zhilko, E. Yu., Toropov, K. V., Yatsenko, V. M., Bagmanov, V. R. (2024). The study of propagation of multiple hydraulic fractures in horizontal wells for the case of infill drilling. Exposition Oil Gas, (5(106)), pp. 44–49. (In Russian). DOI: 10.24412/2076-6785-2024-5-44-49
4. Zoback, M. D. (2010). *Reservoir geomechanics*. Cambridge university press, 490 p. (In English).

5. Ovchinnikov, V. P. Shamsutdinov, N. M., Bastrikov, S. N., Leontiev, D. S. & Rozhkova, O. V. (2021). Selective multi-stage hydraulic fracturing of a productive formation in horizontal wells. Vestnik assotsiatsii burovykh podryadchikov, (2), pp. 37-42. (In Russian).

**Информация об авторах / Information about the authors**

**Булгиев Султан Алиханович,** *главный аудитор по супервайзингу, ООО «РН-Центр экспертной поддержки и технического развития», г. Тюмень, Limitsultan@mail.ru*

**Sultan A. Bulgiev,** *Chief Drilling Supervision Auditor, RN-the Center for Expert Support and Technical Development LLC, Tyumen, Limitsultan@mail.ru*

**Матвеев Алексей Андреевич,** *старший менеджер ОПАС, ООО «РН-Центр экспертной поддержки и технического развития», г. Тюмень*

**Aleksey A. Matveev,** *Senior Manager for HSE, RN-the Center for Expert Support and Technical Development LLC, Tyumen*

Статья поступила в редакцию 16.04.2025; одобрена после рецензирования 27.05.2025; принята к публикации 02.09.2025.

The article was submitted 16.04.2025; approved after reviewing 27.05.2025; accepted for publication 02.09.2025.