

Методика ранжирования скважин-кандидатов ГТМ на газоконденсатном месторождении с существенной выработкой запасов для ввода в разработку из длительной консервации

А. Т. ТЮЛЬКОВ – ООО «Тюменский нефтяной научный центр»

А. В. ПЕРМЯКОВ, Р. Р. ШАКИРОВ – ООО «Кынско-Часельское нефтегаз»

Данная работа посвящена формированию комплексного подхода к определению наиболее эффективных скважин-кандидатов для проведения геолого-технических мероприятий. Чтобы оценить совокупность влияния основных критериев, был сформирован систематический подход к оценке весового ранга кандидата под ГТМ. Сама же нормировка скважин проводилась при помощи метода анализа иерархий на примере месторождения N. В статье приведено подробное описание всех используемых критериев, при выборе скважин-кандидатов, а также показана их комплексная оценка с последующим ранжированием наиболее эффективных кандидатов для проведения геолого-технических мероприятий.

Ключевые слова: ГТМ, комплексная оценка, ранжирование, метод иерархий, нефтегазоконденсатное месторождение

Н а протяжении всего периода эксплуатации месторождений проводятся геолого-технические мероприятия (ГТМ), особенно актуально проведение ГТМ на поздних стадиях разработки, в связи с падающей добычей. Основной задачей проведения таких мероприятий является достижение целевых уровней добычи газа, а также повышение коэффициента извлечения из пласта. Однако, в основе данной статьи лежит не столько увеличение дебитов или коэффициента извлечения, сколько проведение геолого-технических мероприятий с целью вывода месторождения из длительной консервации. Поскольку, при запуске в работу месторождения, после длительной консервации, проведение ГТМ несет иную смысловую нагрузку, необходимо не только подобрать технологию проведения мероприятия, но и выбрать, в каком порядке выводить скважины из бездействия. Чтобы грамотно оценить целесообразность расконсервации месторождения, в случае получения неудачной статистики запуска скважин с наивысшим приоритетом – необходимо составить рейтинг скважин-кандидатов на проведение ГТМ.

Иными словами, ключевой задачей описываемой работы является: разработка методики ранжирования скважин-кандидатов на ГТМ, которые смогут обеспечить успешный вывод месторождения из длительной консервации.

Особенностью представленной методики является то, что она учитывает не только продуктивность скважин, как это описано в работах [1], [6], но и наличие системы наземного обустройства месторождения, а также степень его выработки и особенности геологического строения. В связи с тем, что основной задачей является введение месторождения в разработку, то в отличие от работ [4], [7], экономическая оценка эффективности ГТМ в данной работе не рассматривалась.

Подбор скважин-кандидатов на ГТМ

Для начала, стоит вкратце рассказать про месторождение. Месторождение N является газоконденсатным; по геологическому строению относится к сложным; по количеству запасов классифицируется как среднее. Всего на месторождении N шесть газоконденсатных пластов. По трем из них велась активная выработка. Степень выработки по состоянию на 01.01.2020 г. – 43%. Находится в консервации с 2007 года (13 лет). Характерной особенностью разработки месторождения является эксплуатация скважин одновременно на несколько продуктивных пластов в режиме истощения. Что касается наземного обустройства, то у четырех скважин (17% фонда) отсутствует газосборная сеть, линия электропередач, внутрипромысловая дорога, либо скважины находятся на значительном удалении от кустовых площадок.

К основным видам ГТМ, обсуждаемым в настоящей статье, относятся мероприятия по выводу из бездействия законсервированных скважин с проведением мероприятий по ГРП, ОПЗ и дострелу продуктивных пластов. Однако, прежде, чем приступить к ранжированию скважин-кандидатов на ГТМ, необходимо определить, какие из скважин являются кандидатами к проведению геолого-технологических мероприятий, а какие нет. Иными словами, нужно подготовить дерево решений. Для этого, в рамках данной работы, была разработана блок-схема подбора скважин-кандидатов ГТМ, которая отражена на рис. 1.

Из представленной блок-схемы видно, что основными видами ГТМ являются: ЗБС/ЗБГС, в случае, если скважина аварийная; вывод скважины из бездействия, проведение гидроразрыва пласта для увеличения площади притока; обработка призабойной зоны, при незначительном ее загрязнении; перестрел-перфорация и приобщение остальных продуктивных пластов в разрезе скважины.

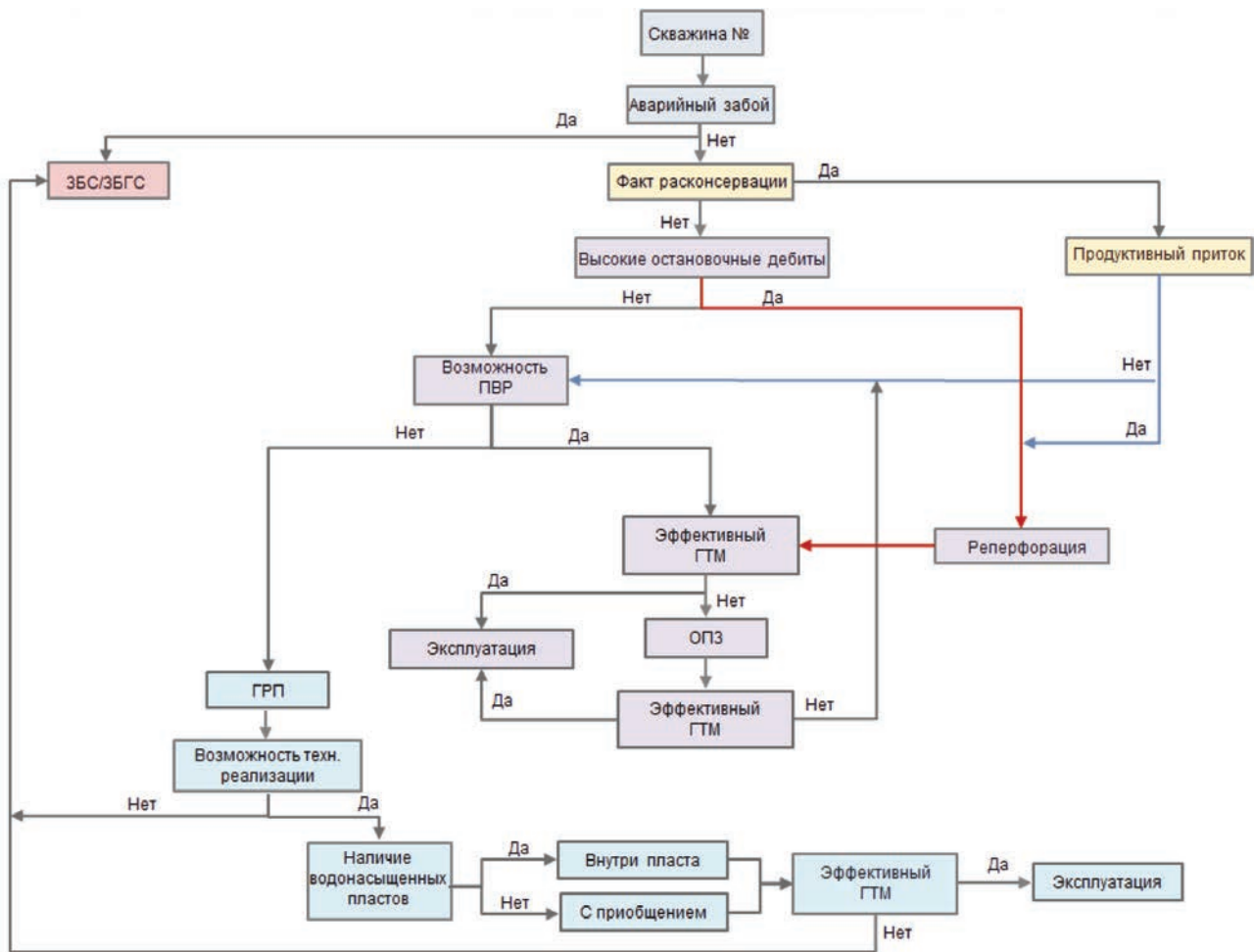


Рис. 1. Блок-схема подбора скважин-кандидатов на ГТМ

Поскольку, нас интересует запуск месторождения после длительного простоя, а также минимизация рисков и затрат, то выбор был сделан в пользу вывода скважин из бездействия с последующей реперфорацией или приобщением других пластов. Таких скважин на месторождении оказалось 29.

Ранжирование скважин-кандидатов на ГТМ

После того, как отобраны скважины, для расконсервации месторождения и проанализирована возможность дострела выше- и нижележащих пластов, необходимо расставить приоритетность вывода скважин из бездействия. Для этого в данной работе предлагается использовать систематический подход ранжирования скважин-кандидатов ГТМ методом анализа иерархии критериев [3], представленный на рис. 2.

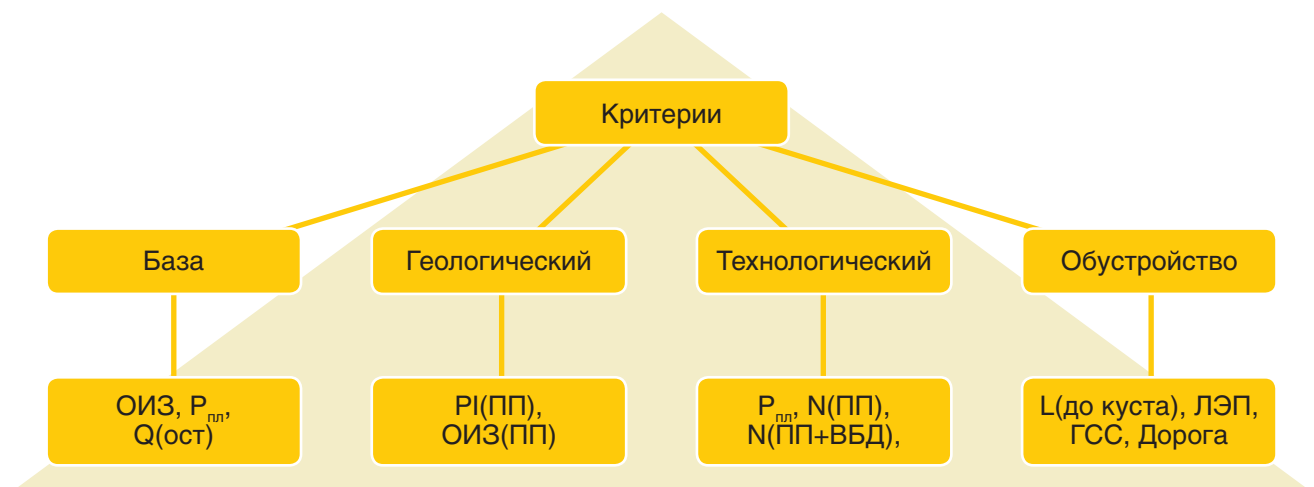


Рис. 2. Метод анализа иерархий. Типовая схема



Основными критериями для принятия решения о проведении ГТМ на скважине-кандидате являются:

- базовый критерий;
- геологический критерий;
- технологический критерий;
- критерий на обустройство.

Для присвоения каждой скважине коэффициента приоритетности необходимо произвести нормировку скважин по каждому из критериев ранжирования. В свою очередь, все критерии имеют свои подкритерии, каждому из которых присваивается весовой коэффициент, которые в дальнейшем складываются в итоговое нормировочное значение. Далее будет приведено описание каждого критерия и условий ранжирования.

Поскольку основной целью работы является запуск месторождения в эксплуатацию, то с увеличением количества потенциальных к вскрытию пластов – возрастает шанс вывода скважины из бездействия. Благодаря же критерию на обустройство, можно сразу исключить скважины, с выводом которых могут возникнуть проблемы (отсутствие дороги, удаленное нахождение, отсутствие ЛЭП и т.д.). Для удобства, все критерии были выделены в отдельные группы.

Базовый критерий

Базовый критерий, в отличие от работы [9] подразумевает под собой совокупность следующих показателей: степень выработки запасов (сколько приходится остаточных запасов на каждую скважину), предполагаемое текущее пластовое давление и остановочный дебит скважины.

Базовый критерий определяется по следующей формуле:

$$W_{\text{баз}} = \sqrt[3]{\text{ОИЗ(БАЗА)} \cdot P_{\text{пл}}(\text{тек}) \cdot Q_{\Gamma}(\text{ост})} \quad (1)$$

где: ОИЗ(БАЗА) – параметр остаточных извлекаемых запасов газа базового уже перфорированного пласта, приходящий на скважину-кандидата ГТМ, д.ед; $P_{\text{пл}}(\text{тек})$ – параметр текущего пластового давления базового пласта, д.ед; Q_{Γ} – параметр остановочного дебита газа базового пласта, д.ед.

Данный критерий учитывает потенциал скважины базового пласта в случае эксплуатации после ГТМ. В случае изоляции базового пласта следует принять минимальное значение критерия $W_{\text{баз}}$ по сравнению с остальными скважинами-кандидатами, по которым предполагается эксплуатация базового пласта.

Определение параметра $P_{\text{пл}}(\text{тек})$ и $Q_{\Gamma}(\text{ост})$ проводится по следующему алгоритму:

1. Формируется список скважин-кандидатов на ГТМ (в данном случае вывод из бездействия);
2. Проводится расчет остаточных извлекаемых запасов газа;
3. Определяется текущее пластовое давление по базовому пласту;
4. Оцениваются остановочные дебиты газа по базовому пласту;
5. Проводится сортировка значений (от максимального к минимальному) соответствующего параметра из выбранного критерия $W_{\text{баз}}$;
6. Расставляются значения согласно линейному распределению (от 0 до 1 с шагом i);

$$i = \frac{1}{N_{\text{СКВ}}} = \frac{1}{29} = 0,034$$

где: i – шаг распределения линейной функции, д.ед, $N_{\text{СКВ}}$ – количество скважин-кандидатов ГТМ, ед.

Коэффициенты параметра ОИЗ расставляются путем нормализации к максимальному значению из списка скважин-кандидатов. Аналогичное распределение проводится и для ОИЗ по пластам на которых планируется ГТМ в виде дострела.

В табл. 1 приведен пример нормировки «базового» критерия.

Таблица 1. Пример расчета «базового» критерия

№ скв	База Критерий						$W_{\text{баз}}$
	ОИЗ		Дебит газа		Давление		
	ОИЗ газа, млн.м3 (База)	Норм. (ОИЗ)	Дебит газа, тыс.м3/сут	Норм. ($Q_{\text{ост}}$)	$P_{\text{пл}}$ (База), атм	Норм. ($P_{\text{пл}}$ База)	
1	172.3	0.98	202.4	0.830	229.0	0.660	0.81
27	173.5	0.99	107.0	0.490	284.0	1.000	0.78
6	138.8	0.79	179.5	0.762	220.0	0.558	0.69
2	59.4	0.34	244.1	0.966	233.0	0.728	0.62
17	176.1	1.00	210.8	0.898	200.0	0.184	0.55
5	40.1	0.23	184.4	0.796	234.6	0.796	0.52
16	143.2	0.81	167.8	0.728	201.0	0.218	0.51
8	48.2	0.27	249.5	1.000	215.0	0.456	0.50
19	30.6	0.17	123.8	0.660	262.0	0.932	0.47
3	116.6	0.66	23.4	0.184	228.0	0.626	0.42
14	33.4	0.19	129.6	0.694	220.0	0.524	0.41
18	92.2	0.52	52.9	0.320	203.0	0.354	0.39
9	68.4	0.39	26.9	0.252	223.0	0.592	0.39
20	114.8	0.65	51.4	0.286	201.3	0.252	0.36
4	22.5	0.13	207.8	0.864	209.2	0.422	0.36
12	11.9	0.07	115.2	0.558	241.0	0.864	0.32
15	17.2	0.10	216.4	0.932	202.0	0.286	0.30
28	11.9	0.07	69.8	0.354	284.0	0.966	0.28
22	38.5	0.22	123.5	0.626	198.9	0.150	0.27
10	61.5	0.35	5.5	0.150	209.0	0.388	0.27
21	121.5	0.69	97.8	0.388	182.7	0.048	0.23
13	52.0	0.30	1.3	0.048	253.3	0.898	0.23
26	43.5	0.25	114.7	0.524	183.0	0.082	0.22
29	8.6	0.05	23.7	0.218	241.0	0.830	0.21
7	7.1	0.04	98.9	0.422	218.0	0.490	0.20
11	17.6	0.10	4.1	0.116	231.0	0.694	0.20
24	7.6	0.04	106.4	0.456	202.5	0.320	0.19
25	2.3	0.01	118.6	0.592	234.5	0.762	0.18
23	46.6	0.26	3.5	0.082	197.3	0.116	0.14

Геологический критерий

Геологический критерий определяется по формуле (2):

$$W_{\text{ГТМ}} = \sqrt{PI(\text{ГТМ}) \cdot \text{ОИЗ}(\text{ГТМ})} \quad (2)$$

где: $PI(\text{ГТМ})$ – параметр средней продуктивности скважины пластов, предполагаемых к дострелу в результате ГТМ, д.ед; $\text{ОИЗ}(\text{ГТМ})$ – параметр средних остаточных извлекаемых запасов газа пласта предполагаемых к дострелу в результате ГТМ, д.ед.

Индекс продуктивности получен с ГДМ, а критерий $\text{ОИЗ}(\text{ГТМ})$ рассчитывался по аналогии с Базовым критерием. По скважинам 24–29 запасы газа в потенциальных к приобщению пластах отсутствуют. Это связано с тем, что в данных скважинах невозможно провести приобщение неразрабатываемых ранее пластов, в виду их изоляции совместно с другими интервалами, либо вовсе с отсутствием насыщения (табл. 4). Исключать данные скважины из нормировки нелогично, т.к. по ним возможно высокое показание базового критерия. Сами же результаты нормировки по «геологическому» критерию приведены в табл. 2.

Таблица 2.
Расчет «геологического» критерия

№ скв	Геологический критерий				W _(ГТМ)
	ОИЗ		PI		
	ОИЗ газа, млн.м3 (ГТМ)	Норм. (ОИЗ)	PI, тыс.м ³ /сут/атм ²	Норм. (PI)	
5	107.3	1.0000	0.008	0.830	0.91
1	99.9	0.9313	0.011	0.864	0.90
7	84.1	0.7838	0.025	0.966	0.87
11	83.0	0.7734	0.012	0.898	0.83
3	75.9	0.7074	0.005	0.796	0.75
20	76.5	0.7132	0.001	0.558	0.63
6	35.5	0.3313	0.029	1.000	0.58
14	36.9	0.3442	0.015	0.932	0.57
17	45.6	0.4248	0.002	0.694	0.54
21	43.2	0.4026	0.004	0.728	0.54
12	35.4	0.3296	0.002	0.660	0.47
16	36.9	0.3443	0.001	0.626	0.46
22	38.0	0.3542	0.001	0.592	0.46
4	30.6	0.2856	0.001	0.524	0.39
13	19.4	0.1810	0.004	0.762	0.37
10	15.6	0.1459	0.000	0.422	0.25
18	12.8	0.1196	0.000	0.490	0.24
9	10.3	0.0958	0.000	0.388	0.19
19	5.6	0.0518	0.000	0.456	0.15
15	5.3	0.0498	0.000	0.354	0.13
2	4.9	0.0454	0.000	0.320	0.12
8	1.8	0.0166	0.000	0.286	0.07
23	0.2	0.0018	0.000	0.252	0.02
24		0.0018		0.218	0.02
25		0.0018		0.218	0.02
26		0.0018		0.218	0.02
27		0.0018		0.218	0.02
28		0.0018		0.218	0.02
29		0.0018		0.218	0.02

Таблица 3. Пример расчета «технологического» критерия

№ скв	Технологический Критерий				W _(техн)
	R _{пл}		Новые пласты		
	R _{пл} (ГТМ), атм	Норм.(R _{пл} ГТМ)	Кол-во новых объектов	Норм. (N _{пл})	
4	239.3	0.796	4	0.966	0.88
1	234.6	0.762	4	0.966	0.86
20	227.3	0.728	4	0.966	0.84
9	226.5	0.694	3	0.762	0.73
2	283.5	0.966	2	0.524	0.71
3	214.4	0.524	4	0.966	0.71
5	222.3	0.626	3	0.762	0.69
8	257.0	0.898	2	0.524	0.69
14	211.2	0.456	4	0.966	0.66
22	248.0	0.830	2	0.524	0.66
7	217.7	0.558	3	0.762	0.65
6	209.8	0.422	4	0.966	0.64
10	286.0	1.000	1	0.388	0.62
18	263.0	0.932	1	0.388	0.60
13	207.8	0.354	4	0.966	0.58
23	249.0	0.864	1	0.388	0.58
21	219.5	0.592	2	0.524	0.56
11	209.1	0.388	3	0.762	0.54
19	224.0	0.660	1	0.388	0.51
16	207.0	0.320	3	0.762	0.49
17	202.3	0.286	3	0.762	0.47
12	201.8	0.252	3	0.762	0.44
15	212.5	0.490	1	0.388	0.44
24	0.00	0.218	0	0.218	0.22
25	0.00	0.218	0	0.218	0.22
26	0.00	0.218	0	0.218	0.22
27	0.00	0.218	0	0.218	0.22
28	0.00	0.218	0	0.218	0.22
29	0.00	0.218	0	0.218	0.22

Технологический критерий

Технологический критерий определяется по следующей формуле (3):

$$W_{\text{техн}} = \sqrt[2]{P_{\text{пл}}(\text{ГТМ}) \cdot N_{\text{пл}}} \quad (3)$$

где:

$P_{\text{пл}}(\text{ГТМ})$ – параметр среднего пластового давления пластов под приобщение, д.ед;

$N_{\text{пл}}$ – параметр количества пластов под приобщение, д.ед;

Т.к. месторождение многопластовое, то на кандидате возможно проведение до 5 приобщений (в случае, если скважина эксплуатировалась всего на один объект). Как было сказано ранее, проведение экономической оценки рентабельности всех мероприятий в работе не проводилось, поскольку месторождение находилось в консервации 13 лет и, в первую очередь, необходимо запустить его в работу и получить промышленный приток газа. Следовательно, увеличение пластов приобщения ведет к увеличению выработки запасов и росту дебита, а самое главное – увеличение шансов расконсервации месторождения и запуска его в эксплуатацию.

Распределение параметров проводится аналогично описанному ранее алгоритму в пункте «базовый» критерий. В случае отсутствия пластов под ГТМ принимается минимальное значение параметра по результату линейного распределения.

Результаты нормировки по «технологическому» критерию приведены в табл. 3.

Критерий на обустройство

Как было сказано ранее, отличительной особенностью данной методики от работ [1], [4], [6] и [7], является наличие критерия на обустройство. Данный критерий позволяет существенно снизить рейтинг скважин, у которых отсутствует наземное обустройство и, как следствие, вывод которых из бездействия весьма затруднителен.

Сам критерий рассчитывается по следующей формуле (4):

$$W_{\text{обуст}} = \sqrt[4]{L \cdot \text{ЛЭП} \cdot \text{ГСС} \cdot \text{Дорога}} \quad (4)$$

где:

L – параметр, обратно пропорциональный расстоянию от дороги до куста, д.ед;

ЛЭП – наличие линии электропередач, д.ед;

ГСС – наличие газосборной сети, д.ед;

Дорога – наличие внутри промысловой дороги, д.ед.

Т.е. параметр L тем выше, чем меньше расстояние от куста до скважины. Здесь в ранжировании наблюдается наименьший разброс, т.к. удельный вес подкритерия L , по мнению авторов значительно меньше, нежели факт наличия дороги или ЛЭП. Поэтому в качестве нижней границы для скважин, расположенных в пределах куста было принято значения 0.8. Исключение составили разведочные скважины, находящиеся на значительном удалении от любой кустовой площадки. Им были присвоены коэффициенты от 0.2 до 0.6.

Параметры «ЛЭП», «ГСС» и «Дорога» распределяются в зависимости от их наличия, то есть в случае наличия внутрипромысловой дороги присваивается коэффициент 1, при отсутствии принимается значение 0.5.

Например, проведение операций на некоторых скважинах возможно только при наличии «зимника». Т.е. в летнее время добраться до скважины невозможно. Иными словами, если дорога к разведочной скважине отсутствует, но к ней возможно добраться по зимнику, параметру «Дорога» присваивался коэффициент 0.5.

Подкритерии «ЛЭП» и «ГСС» нормируются аналогично подкритерию «Дорога».



Таблица 4. Пример расчета критерия «на обустройство»

№ скв	Обустройство Критерий				
	дороги	ЛЭП	ГСС	Л до куста	$W_{обуст}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	0.95	0.99
15	1.00	1.00	1.00	0.95	0.99
19	1.00	1.00	1.00	0.95	0.99
17	1.00	1.00	1.00	0.90	0.97
7	1.00	1.00	1.00	0.85	0.96
11	1.00	1.00	1.00	0.85	0.96
22	1.00	1.00	1.00	0.85	0.96
10	1.00	1.00	1.00	0.80	0.95
23	1.00	1.00	1.00	0.80	0.95
24	1.00	1.00	1.00	0.80	0.95
25	1.00	1.00	1.00	0.80	0.95
3	0.50	1.00	1.00	1.00	0.84
13	1.00	1.00	0.50	0.80	0.80
26	1.00	1.00	0.50	0.60	0.74
2	0.50	0.50	1.00	1.00	0.71
28	0.50	0.50	0.50	0.40	0.47
27	0.50	0.50	0.50	0.20	0.40

Таблица 5. Результаты ранжирования скважин-кандидатов ГТМ и их насыщение по пластам

№ скв	Пласт						W
	$Ю_1^{1-1}$	$Ю_1^{1-2}$	$Ю_1^2$	$Ю_1^3$	$Ю_1^4$	$Ю_1^5$	
1	Г	Г	З	Г	п	Г	0.8892
5	Г	п	п	Г	Г	изол	0.7579
6	Г	Г	п	п	Г	Г	0.7108
20	Г	Г	Г	п	п	Г	0.6610
3	Г	В	Г	Г	п	Г	0.6605
14	Г	З	п	Г	Г	Г	0.6266
17	Г	Г	Г	п	п	п	0.6067
4	Г	Г	п	Г	изол	Г	0.5892
16	Г	Г	З	п	п	Г	0.5834
7	Г	Г	п	изол	Г	изол	0.5765
11	Г	В	Г	п	Г	изол	0.5435
22	Г	Г	п	п	изол	изол	0.5309
21	Г	З	З	Г	п	п	0.5155
12	п	В	Г	Г	Г	В	0.5055
18	п	Г	З	п	п	изол	0.4881
9	Г	В	п	п	Г	Г	0.4827
13	З	Г	Г	Г	п	Г	0.4481
10	З	З	п	В	Г	В	0.4469
2	Г	п	п	В	Г	В	0.4402
19	п	п	Г	изол	изол	п	0.4369
8	Г	Г	п	З	В	В	0.3922
15	В	Г	п	В	В	В	0.3607
23	В	Г	п	В	В	В	0.2001
27	изол	изол	изол	З	изол	В	0.1921
29	п	В	изол	В	В	В	0.1732
24	п	В	изол	изол	изол	изол	0.1652
25	В	п	п	В	В	В	0.1652
26	изол	изол	п	п	п	изол	0.1632
28	З	З	п	З	изол	В	0.1597

Результаты нормировки по критерию «обустройство» приведены в табл. 4.

Для выявления первоочередных скважин-кандидатов для проведения ГТМ необходимо рассчитать общий рейтинг ранжирования приведенных критериев. Общий рейтинг высчитывался по следующей формуле (5):

$$W = \sqrt[4]{W_{база} \cdot W_{техн} \cdot W_{ГТМ} \cdot W_{обуст}} \quad (5)$$

Комплексная нормировка

Итоговые результаты расчетов общего списка скважин-кандидатов, ранжированных от первоочередных к последующим параметрам, приведены в табл. 5.

Условные обозначения: П – текущая перфорация; Г – интервал пласта насыщен газом; Н – интервал пласта насыщен нефтью; В – интервал пласта насыщен водой; Изол – интервал изолирован; З – интервал пласта заглинизирован.

Стоит отметить, что в данной статье под «новыми объектами» подразумеваются неразработанные ранее пласты по каждой скважине. По результату проведенного анализа первоочередными скважинами-кандидатами для проведения ГТМ являются скважины №№1, 5 и 6, которые имеют наибольшее значение по совокупности всех критериев ранжирования.

Таким образом, преимущество данного метода заключается в том, что при выборе наиболее перспективных скважин-кандидатов учитывается поверхностное обустройство, а критерии выделены в отдельные группы. Не стоит также забывать о преимуществах экспресс-анализа, ведь он позволяет в сжатые сроки скорректировать программу ГТМ и выделить наиболее эффективные скважины.

ВЫВОДЫ

Иными словами, в рамках данной работы:

1. Разработана методика подбора скважин-кандидатов ГТМ, учитывающая степень выработки месторождения, особенности геологического строения, а также наличие системы наземного обустройства.
2. Разработанная методика ранжирования скважин-кандидатов ГТМ позволила в сжатые сроки выделить основной пул скважин, на основе которых планируется запуск месторождения в эксплуатацию, что позволило исключить затраты на малоэффективные скважины.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ситников А. Н. Формирование программ геолого-технических мероприятий с помощью цифровой информационной системы «подбор ГТМ». ПРОНЕФТЬ. – 2017 – №2(4). С. 39–46.
2. Колев Ж. М. Принятие решений в условиях неопределенности и риска применительно к задачам нефтегазовой отрасли: учебное пособие. / Ж. М. Колев, А. И. Мамчистова, Е. И. Мамчистова, А. В. Ревнивых, Н. В. Назарова, А. В. Красовский. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015 – 94 с.
3. Савельев А. О. Автоматизированная система поддержки принятия решений по планированию геолого-технических мероприятий на нефтедобывающей скважине – Томск – 2016, 173 с.
4. Уметбаев В. Г. Геолого-технические мероприятия при эксплуатации скважин. – М.: Недра, 1989. – 217 с.
5. Дейк Л. П. Основы разработки нефтяных и газовых месторождений. – ЗАО Премиум Инжиниринг, 2012 – 549 с.
6. Чернорукова О. Н. Внедрение цифровой информационной системы «подбор ГТМ» на объектах НИС а. д. Нови Сад. ПРОНЕФТЬ. – 2019 – № 1(11). С. 52–54.
7. Нифантов В. И. Эффективность ремонта газовых скважин на завершающем этапе разработки месторождений: обз. Инф. / В. И. Нифантов, М. Г. Гейхман, С. И. Иванов и др. – м.: ИРЦ Газпром, 2004. – 65 с. – (Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений).
8. Методические указания компании № П1-01.03 М-0105 версия 1.00. – М.: 2016 – 141 с.
9. Ахмедов К. С. Методика планирования геолого-технологических мероприятий на фонде скважин газовых месторождений. К. С. Ахмедов, Н. М. Аршинова, А. А. Семяк – Нефтепромысловое дело. – 2014 – №2. С. 18–23.