

УДК 622.245.83:553.98

	Исходные данные	В	С
1	Исходные данные		
2	Местоположение скважины (Кривой)		
3	Глубина скважины, м	2400	
4	Диаметр ствола, мм	124	
5	Кол-во скважин в скважине		
6	Мощность разбуриваемого цементного моста средняя, м	50	
7	Площадь скважины		
8	Тип скважины (хлор. кальция)		1
9	Скважина		

МЕТОДИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ (ИАС РИР)

В настоящее время большой проблемой является оценка и мониторинг состояния фонда неэксплуатируемых скважин на нефть и газ Российской Федерации, где значительную долю составляют аварийные «экологически опасные скважины». Это ликвидированные и переведенные в режим консервации старые скважины, пробуренные в период открытия и освоения большинства месторождений в основных нефтегазоносных провинциях России. Подземное и наземное оборудование таких скважин со временем пришло в аварийное состояние, сопровождаемое негативными флюидопроявлениями (переливы нефти, выбросы газа, замазученность территорий и пр.).

Если на распределенном фонде недр РФ состояние скважин контролируется недропользователями, то на нераспределенном фонде недр контроль за состоянием законсервированных и ликвидированных скважин осуществляет государство на основе проведения мониторинга экологического состояния таких скважин. Сложность такого мониторинга обусловлена необходимостью отслеживания динамики попадания скважин в распределенный и нераспределенный фонд недр в связи с выдачей и прекращением лицензий, а актуальность определяется большим объемом глубокого бурения на нефть и газ, разноречивостью сведений о состоянии скважин, возникающей вероятностью их несанкционированного и незаконного использования, экологической опасностью аварийных законсервированных и ликвидированных скважин.

Федеральное агентство по недропользованию проводит ремонтно-изоляционные работы (РИР) по ликвидации экологически опасных проявлений скважин, которые выполняются за счет бюджетных средств [6, 7]. Проведению собственно РИР предшествует выявление потенциально опасных скважин, их обследование, сбор и обработка результатов, анализ степени опасности, обоснование выбора первоочередных объектов для ликвидации. Для обеспечения эффективного решения этих

задач совместно ОАО «НПЦ «Недра» и ФГУП ГНЦ РФ «ВНИИГеосистем» создана «Информационно-аналитическая система сопровождения работ по выявлению, обследованию и ликвидации экологически опасных скважин на нефть и газ нераспределенного фонда недр Российской Федерации» (ИАС РИР), назначением которой является обеспечение формирования и ведения электронного банка данных и аналитическая поддержка принятия решений при планировании и ведении работ.

Сбор сведений о потенциально опасных скважинах по директиве Роснедра регулярно выполняется ОАО «НПЦ «Недра» с участием территориальных органов Роснедра, природоресурсных органов субъектов РФ, территориальных органов Росимущества, Ростехнадзора, Росприроднадзора и других природоохранных организаций. Сегодня в 27 субъектах РФ выявлены потенциально опасные скважины на нефть и газ. В составе ИАС РИР накоплен большой объем документальной информации: входящая корреспонденция от терорганов, результаты проводимых обследований потенциально опасных скважин (акты и паспорта обследованных скважин); фотодокументация, отчетная документация о результатах проведения РИР и др. Большинство документов представлено в электронном виде (сканирование, оцифровка, сохранение в виде файлов данных). Информационной системой обеспечивается ведение единой базы электронных документов, включая ее пополнение в режиме удаленного доступа.

В рамках создания и наполнения ИАС РИР на постоянной основе ведется структурирование, накопление, обобщение информации и составление сводного реестра потенциально опасных скважин, идентификация их на принадлежность к нераспределенному фонду недр, удаленная актуализация реестра экологически опасных скважин на нефть и газ. Разработанными аналитическими средствами Системы обеспечивается формирование перечней скважин для проведения ликвидационных работ;

проверка попадания в пределы территорий, запрещенных к разработке; классификация скважин по комплексу опасных признаков и проявлений с оценкой степени опасности; оценка экологического ущерба окружающей среде (ОС) от воздействия опасных скважин; априорная оценка стоимости работ по ликвидации экологически опасных скважин; поддержка принятия решений по выбору объектов для первоочередного обследования и ликвидации, а также представление на картографической основе объектов фонда скважин на нефть и газ на двух иерархических уровнях: территории и субъектов РФ.

Основной оперативной задачей разработанного информационно-аналитического обеспечения Системы является обоснование перечней скважин для проведения обследования потенциально опасных и ликвидации наиболее опасных из обследованных скважин. Подготовка принимаемых в этом плане решений обусловила необходимость проведения комплексного анализа всей совокупности актуальной информации по скважинам. В процессе анализа скважины необходимо классифицировать по степени опасности по совокупности признаков и проявлений, а полученные оценки использовать для обоснования первоочередных объектов ремонтно-изоляционных работ с учетом наносимого скважинами ущерба, а также стоимости проведения на них РИР в пределах выделенного лимита финансирования и планируемых объемов работ [8].

Аналитическим инструментом Системы для проведения комплексного анализа информации являются разработанные методико-технологические средства классификации и ранжирования экологически опасных скважин по совокупности опасных признаков и проявлений, величине ущерба окружающей среде с учетом укрупненной оценки стоимости ликвидации. Автором предложены и реализованы основные технологические компоненты Системы:

- Технология автоматической классификации опасных скважин по степени опасности в соответствии с экспертными оценочными принципами ранжирования по набору опасных признаков и проявлений.
- Автоматизированная технология расчета ущерба от воздействия опасных скважин на окружающую среду и недра по средам (почвогрунты, вода, воздух).
- Технология ранжирования опасных скважин по приоритетности для ликвидации по совокупности параметров: степени опасности, величины ущерба, оценочной стоимости РИР в пределах заданного объема финансирования на производство ГРП.

Экспертной технологией автоматической классификации опасных скважин по степени опасности проводится качественная оценка степени опасности нефтегазовых скважин (высокая, средняя, низкая, не опасна) по их воздействию на окружающую среду по совокупности опасных признаков и проявлений с учетом пространственного расположения скважин, типа и характера флюидопроявления, степени воздействия на окружающую природную среду, технического состояния скважины.

Для ее реализации проведен анализ и формализация комплекса технологических и геоэкологических показателей, который послужил основой системы критериев для оценки экологической опасности скважин. Выбранные параметры сведены в справочник, значения в котором проранжированы по возрастанию степени опасности. Реализованы средства ввода формализованных характеристик опасности по данным первичного обследования скважин по состоянию на год обследования (рис. 1).

В Научно-производственном Центре по сверхглубокому бурению и комплексному изучению недр Земли (ОАО «НПЦ «Недра») были определены принципы классификации скважин по степени опасности для формирования экспертной оценки:

- Экспертная оценка опасности используется при классификации скважин на стадии выявления потенциально опасных в экологическом отношении скважин, затем на стадии планирования работ по обследованию потенциально опасных скважин и ремонтно-изоляционных работ.
- Экспертная оценка опасности в сочетании с другими критериями (техническая возможность производства работ, предварительная оценка стоимости РИР, актуальность ликвидации экологически опасной скважины с позиций «градуса» общественного мнения, запросов природоохранной прокуратуры и пр.), обуславливает принятие решений по их первоочередной ликвидации.
- Главным фактором, влияющим на экспертную оценку и повышающим степень опасности скважин, является наличие и интенсивность флюидопроявлений (нефтью, газом, минерализованной и пресной водой), возможное техногенное воздействие скважин на человека, окружающую среду и недра. Местоположение скважин относится к дополнительным факторам, которое повышает степень их опасности в сочетании и по совокупности факторов.
- Различаются две условные градации интенсивности флюидопроявления: высокая и низкая.

Рис. 1. Электронная форма для заполнения характеристик опасности скважины

К флюидопроявлениям высокой интенсивности относятся:

- *нефте-, водопроявления*, имеющие прямые признаки, свидетельствующие о поступлении флюида из скважины в виде значительного дебита нефти или минерализованной воды при переливе или фонтанировании, приводящего к сбросу флюида на рельеф или в водоем;
- *газопроявления*, имеющие признаки: в виде факела, образующегося при поджигании; в виде интенсивного свободного выхода газа (шум при свободном выходе газа, бурление).

К флюидопроявлениям низкой интенсивности относятся:

- *нефте-, водопроявления*, имеющие косвенные признаки, свидетельствующие о поступлении флюида из скважины: замазученность территории вокруг скважины, вымочка почв минерализованной водой, заболоченность территории вокруг скважины и др. признаки загрязнения природной среды;
- *газопроявления*, имеющие признаки: в виде характерного осязательного запаха газа в районе устья, свидетельствующего о поступлении флюида из скважины; в виде зафиксированных показаний газоанализатора, характеризующих концентрацию сероводорода, оксида углерода и УВ-газов.

Экспертная оценка экологической опасности скважины формализована в виде трех степеней опасности: высокой, средней, низкой.

К скважинам *с высокой степенью опасности* относятся:

– скважины, имеющие флюидопроявления высокой интенсивности и расположенные непосредственно в жилой зоне, или в водном объекте (в т.ч. в зоне затопления), или на территории федерального заповедника (национального парка, заказника).

К скважинам *со средней степенью опасности* относятся:

– скважины, имеющие флюидопроявления низкой интенсивности и расположенные: в жилой зоне, или в водном объекте (в т.ч. в зоне затопления), или на территории федерального заповедника (национального парка, заказника), в санитарно-защитных зонах населенных пунктов и промпредприятий, водоохраных зонах рек и водоемов, на ценных сельхозугодьях (пашни, сады и др.);

– скважины, имеющие флюидопроявления высокой интенсивности и расположенные вне вышеперечисленных территорий;

– скважины, имеющие флюидопроявления в виде фонтанирования пресной водой (т.е. имеющие водопроявления со значительным дебитом, относятся к опасным ввиду значительного истощения запасов пресных вод) (десятки м³/сут).

К скважинам *с низкой степенью опасности* относятся:

– скважины, расположенные в жилой зоне, федеральном заповеднике (национальном парке, заказнике), в пределах ценных сельхозугодий, санитарно-защитных зон, водоохраных зон и находящихся в контуре залежей (месторождений), либо скважины с наличием аномально высокого пластового давления или имеющие несоответствие состояния современным требованиям ликвидации (при наличии в скважине вскрытых продуктивных горизонтов по материалам бурения или испытаний);

– скважины, имеющие флюидопроявления низкой интенсивности и находящиеся вне вышеперечисленных территорий;

– скважины, находящихся в консервации со сроком более 15 лет.

Автором проведена формализация этих принципов и разработана логика автоматического представления степени опасности по сочетаниям характеристик опасности по данным обследования скважины. Разработано программное обеспечение автоматического получения и динамического представления оценок степени опасности в соответствии с изменяющимися значениями характеристик опасности по документированным результатам текущего

обследования скважин с учетом степени заполненности данных. Осуществлено проставление степени опасности всем подтвержденным обследованием опасным скважинам по территории РФ.

Методика и автоматизированная технология расчета ущерба от воздействия опасных скважин на окружающую среду (ОС) и недр по средам (почво-грунты, вода, воздух) разработана на нормативно-методической основе законодательства РФ, постановлений Правительства и методических актов Госкомэкологии России.

Проанализированы основные методики оценки ущерба ОС от негативных воздействий на ее компоненты [1, 2, 3, 4, 5]. Выбранный методический подход к оценке ущерба от воздействия опасных скважин на окружающую среду опирается на их комплексирование и соотнесение с имеющимися данными результатов обследований в части загрязнения и нарушения почв и загрязнения поверхностных вод. Проведена формализация методики и разработано программное обеспечение расчета стоимости ущерба окружающей среде от негативных воздействий. Реализован автоматизированный выбор географо-экономических параметров расчета – удельной стоимости ущерба, экологической ситуации, попадания в особо охраняемые природные территории (ООПТ). Результаты расчета ущерба от воздействия скважины по средам сохраняются в БД для дальнейшего использования при выборе объектов для первоочередного обследования и ликвидации.

В основе методики оценки ущерба окружающей среде по результатам обследования экологически опасных нефтегазовых скважин лежит расчет стоимостных оценок ущерба ОС, который проводится по трем направлениям:

- сбросы в поверхностные и подземные водные источники,
- деградация и загрязнение земель,
- выбросы в атмосферный воздух.

При этом для каждого объекта (скважины) оценивается годовая стоимость ущерба по каждому направлению, а также его суммарная стоимость. Исходными данными для расчета являются данные паспорта обследования скважин, результаты химических анализов почвогрунтов, воды и воздуха, проекты ликвидации скважин, фотографии и пр.

Разработан интерфейс для заполнения в базе данных анализов по загрязнению земельных ресурсов, поверхностных и подземных вод, воздуха по результатам обследования скважин и расчета ущерба по средам.

Экономическая оценка ущерба поверхностным и подземным водам рассчитывается исходя из установленных нормативов платы за сбросы

загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты. Исходными данными для расчетов являются результаты химических анализов проб воды, отобранных на приустьевой территории скважин в ходе обследования.

Экономическая оценка ущерба от деградации, захламления и химического загрязнения земель рассчитывается на основании нормативов стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд. Исходными данными для расчетов являются результаты химических анализов проб почвогрунтов, отобранных на приустьевой территории скважин в ходе обследования, а также площади нарушенных (загрязненных) земель, оцениваемые при обследовании скважины.

Экономическая оценка ущерба от выбросов в атмосферный воздух рассчитывается исходя из установленных нормативов платы за выбросы загрязняющих веществ. Исходными данными служат результаты замеров максимальных разовых выбросов.

Выборочный анализ результатов расчета показал, что наибольший вклад в ущерб вносит загрязнение водных ресурсов, что объясняется высокой платой за сброс загрязняющих веществ в водные объекты. Стоимость ущерба земельным ресурсам становится значительной, только когда площадь нарушенных земель превышает 500 кв. м, а интенсивность загрязнения – выше среднего, что во многом объясняется устареванием и занижением стоимостных нормативов. Наименьший вклад в суммарный ущерб по результатам расчета вносит загрязнение атмосферного воздуха. Это связано с тем, что для анализируемых скважин не было зафиксировано высоких показателей выбросов.

Оценку годового ущерба можно производить по сумме скважин каждого региона. Ее можно интерпретировать не только как количественную характеристику объемов воздействия на окружающую среду, но и как финансовые потери вследствие непоступления законодательно регламентированной платы за загрязнение окружающей среды в бюджет регионов при допущении, что текущее состояние скважин будет оставаться неизменным.

Технология экспертного ранжирования опасных скважин по приоритетности для ликвидации по совокупности параметров (степени опасности, величине ущерба, оценочной стоимости РИР в пределах заданного объема финансирования на производство работ) является завершающим этапом комплексного анализа состояния скважин и предназначена для обоснования выбора скважин для первоочередной ликвидации.

Формализована методика оценки предварительной стоимости ликвидации скважины. В качестве основных входных параметров для расчета определены параметры (исходные данные), приведенные на рис. 2.

Разработан алгоритм расчета оценочной стоимости ликвидации скважины, реализованный в среде Excel и подключенный как внешняя функция системы.

На заключительном этапе технологии реализован автоматизированный выбор скважин, приоритетных для проведения РИР, на основе экспертного ранжирования с подсчетом общей стоимости ликвидационных работ для выбранных скважин. Опасные скважины ранжируются по степени приоритетности их ликвидации на основе учета трех основных составляющих:

- степень экологической опасности по комплексу опасных признаков и проявлений,
- оценка ущерба от их воздействия на окружающую среду, полученная по результатам обследования;
- априорная оценка стоимости ликвидации.

Технология апробирована в 2013 году при получении перечня скважин, планируемых для проведения РИР (см. рис. 3).

Проведенный с использованием информационной системы комплексный анализ информации и классификация скважин использованы для обоснования первоочередных объектов для планирования ликвидационных работ.

Разработанные технологические блоки Системы являются компонентами аналитического обеспечения мониторинга состояния экологически опасных скважин. Использование ИАС РИР повышает эффективность государственного контроля и планирования ликвидационных работ за счет комплексного учета влияющих параметров, повышения достоверности и оперативности оценки степени опасности скважин и формирования вариантов принятия решений о приоритетности ликвидации.

Ключевые слова: экологически опасные скважины на нефть и газ, мониторинг состояния, обследование и ликвидация, информационно-аналитические системы, комплексная оценка степени опасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды : федер. закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ : принят Гос. Думой 20 декабря 2001 года : одобр. Советом Федерации 26 декабря 2001 г. (с изменениями от 22 августа, 29 декабря 2004 г., 9 мая, 31 декабря 2005 г., 18 декабря 2006 г., 26 июня 2007 г.).

	A	B	C
1	Исходные данные		
2	Местоположение скважины (1-Крайний Север, 2-остальные)	2	
3	Глубина скважины, м	2400	
4	Диаметр ствола, мм	124	
5	Количество разбуриваемых мостов, шт.	3	
6	Мощность разбуриваемого цементного моста средняя, м	50	
7	Плотность бурового раствора	1,3	
8	Тип раствора (малоглинистый -1 или на основе хлор. кальция -2)	1	
9	Скорость восстановления ствола, м/час	25	
10	Скорость разбуривания цемента, м/час	2,5	
11	Восстановление ствола за 1 рейс, м	500	
12	Установка цементных мостов	1	2
13	Глубина, м	2500	1800
14	Мощность цементного моста, м	50	50
15	ОЗЦ, ч	24	24
16	Испытание на герметичность опрессовкой	1	1
17	Испытание на герметичность снижением уровня		
18	Цементаж затрубного пространства на глубинах	1	2
19	Глубина перфорации, м	600	
20	Нижняя граница цемента за колонной, м	600	
21	Верхняя граница цемента за колонной, м	500	
22	Диаметр скважины (предыдущей колонны), мм	304	
23	Наружный диаметр колонны, мм	219	
24	ОЗЦ	24	
25	ГИС	Глубина, м	Запись, м
26	КС+ПС	5000	2000
27	Резистивиметрия	3000	500
28	Термометрия	2000	500
29	Дефектоскопия колонны	2000	500
30	ГК	2000	500
31	Цементометрия	2000	500
32	Результаты		
33	Продолжительность работ, сут	20,9	
34	Количество агрегато-операций	6	
35	Количество бурового раствора, м3	67,8	

Рис. 2. Форма ввода данных для расчета оценочной стоимости РИР

Ранжирование скважин по приоритетности для РИР

Выбрано скважин: 11 Общая стоимость ликвидации для выбранных скважин, тыс. руб.: 43976,076

Порядок	n/n	Субъект	Имя скважины	Степень опасности	Стоимость ущерба				Расчетная стоимость РИР
					воздух	вода	почва	сумма	
1	1772901	Краснодарский край	Адагунская, 63	Высокая			28317,6	28317,6	5500000
2	1694764	Республика Адыгея	Великая, 12	Средняя	121217,319...			121217,319...	3200000
3	1772898	Краснодарский край	Адагунская, 36	Средняя			411,312	411,312	5300000
4	1772897	Краснодарский край	Адагунская, 34	Средняя			2056,56	2056,56	5300000
5	1772915	Краснодарский край	Адагунская, 223	Средняя			1495,68	1495,68	5300000
6	1772904	Краснодарский край	Адагунская, 85	Средняя			2150,04	2150,04	5400000
7	1772997	Краснодарский край	Адагунская, 108	Средняя			2617,44	2617,44	5300000
8	1784522	Краснодарский край	Суворово-Черкесская, 82	Отсутствует			92425,5	92425,5	5000000
9	1724097	Краснодарский край	Старокалужская, 190	Средняя			12900,24	12900,24	1700000
10	1772870	Краснодарский край	Старокалужская, 2/72	Средняя			12488,928	12488,928	1700000
11	1722353	Кабардино-Балкарская Республика	Баксанская, 7	Отсутствует				0	

Перечень скважин планируемых к РИР в 2013 году

n/n	Субъект	Имя скважины	Степе...	Стоимость ущерба			
				воздух	вода	почва	сумма
1687827	Азовское море	Бейсугская, 14	Нет д...				0
1687835	Азовское море	Геологическая, 258	Нет д...				0
1687984	Азовское море	Прибрежная, 4-р	Нет д...				0
1707714	Азовское море	Сейсморазведочная, 1	Нет д...				0
1687986	Азовское море	Сигнальная, 208-р	Нет д...				0
1691930	Архипелаг Земля Фр...	Васдаленская, 2	Нет д...				0
1707689	Баренцево море	Ахматовская, 1	Нет д...				0
1722310	Кабардино-Балкарск...	Куркужин-Заюковская, 34	Отсут...				0
1695145	Кабардино-Балкарск...	Курская, 1	Отсут...				0
1695151	Кабардино-Балкарск...	Черек-Баксанская, 3	отсут...				0
1772998	Краснодарский край	Адагунская, 10	Отсут...				0
1772910	Краснодарский край	Адагунская, 109	Высокая			5160,096	5160,096
1772895	Краснодарский край	Адагунская, 11	Отсут...				0
1772911	Краснодарский край	Адагунская, 111	Средняя			2991,36	2991,36
1772912	Краснодарский край	Адагунская, 112	Высокая			6020,112	6020,112
1772913	Краснодарский край	Адагунская, 115	Средняя			822,624	822,624

Рис. 3. Интерфейс для выбора скважин, приоритетных для проведения РИР

2. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба / коллектив авт. под общ. рук. Л.В. Вершкова, В.Л. Грошева, В.В. Гаврилова (Госкомэкология России), Н.Н. Бурцевой (Центр экологических проектов и программ предприятия «Промотходы»), 18 декабря 1998 г.
3. Практическое руководство для предприятий Санкт-Петербурга по актуальным природоохранным проблемам. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга совместно с Экологическим бюро «Космос» в рамках программы SEPS-3.
4. Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия : Постановление Правительства РФ от 28.08.92 № 632 (с изменениями на 12 февраля 2003 г.).
5. О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные

- объекты, размещение отходов производства и потребления : Постановление Правительства РФ от 12.06.03 № 344.
6. Методические рекомендации по подготовке и выполнению аварийных ремонтно-изоляционных работ в ранее ликвидированных или законсервированных скважинах на нефть и газ, пришедших в неудовлетворительное техническое состояние, расположенных на участках нераспределенного фонда недр : прилож. к приказу Роснедра от 12.08.2009 г. № 756.
7. Инструкция о порядке ликвидации, консервации скважин и оборудования их устьев и стволов : утв. постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 22 мая 2002 г. № 22.
8. Чесалов Л.Е., Блискавицкий А.А., Аракчеев Д.Б. Информационно-аналитическое обеспечение рационального природопользования. – М. : Госуд. науч. центр РФ «ВНИИгеосистем», 2005. – 186 с.
9. Митракова О.В. Прикладные территориально-распределенные ИАС мониторинга недропользования. Опыт создания и внедрения // Геоинформатика. – 2010. – № 2. – С. 1-3.