

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СТАНЦИИ УПРАВЛЕНИЯ УЭЦН



В реальной жизни можно обойтись автомобилем без круиз-контроля в дальней поездке. Можно вручную управлять и пассажирским самолетом. Можно. Но такие задачи, как правило, лучше поручать автоматике, которая выведет с максимальной точностью, без человеческих ошибок, к нужной цели.

Более 99% нефти в «Юганскнефтегазе» добывается механизированным способом с помощью УЭЦН. Поэтому оптимизация процессов

механизированной добычи имеет первостепенную важность. Использование интеллектуальных станций (ИСУ) является одним из ключевых перспективных направлений для повышения эффективности нефтедобычи. В «Юганскнефтегазе» продолжается проект испытаний интеллектуальных станций управления (ИСУ), представленных различными производителями, промежуточными результатами которых уже можно поделиться.

Если сравнить интеллектуальную станцию управления с обычным оборудованием — станциями управления с частотным приводом, то про последние можно сказать, что это оборудование позволяет успешно решать

различные задачи. За последние годы по заданиям представителей нефтяных компаний оно было усовершенствовано, оптимизировано и применяется серийно.

Интеллектуальная станция позволяет решать те же самые

задачи, но имеет еще дополнительную возможность настраиваться на нужный параметр. То есть, это фактически аналог круиз-контроля в автомобиле или автопилота в самолете. Настраиваемым параметром, в частности, может быть максимальная добыча или поддержание какого-то режима.

В рамках проекта испытаний ИСУ в «Юганскнефтегазе» было рассмотрено оборудование пяти производителей. Оборудование четырех из них проходит испытания по утвержденным программам, а пятый производитель уже давно сотрудничает с «Роснефтью» по выводу УЭЦН на режим и его оборудование привлечено в качестве эталонного. Из соображений этики названия компаний не приводятся.

Ниша для ИСУ

Какие задачи может решать новая ИСУ? Как известно, в мехдобыче после каждого ремонта скважина должна выйти на режим. Для контроля данного процесса на скважину выезжает оператор: ИСУ может решать вопрос автоматического вывода УЭЦН на режим.

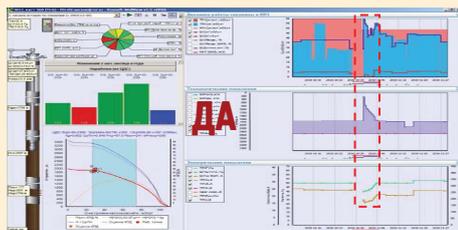
Кроме того, существуют зоны, где не сформирована закачка для ГПД и параметры работы оборудования могут меняться в зависимости от изменения режимов откачки-закачки. Алгоритмы ИСУ могут успешно применяться при работе в неуставившемся режиме эксплуатации или при изменении потенциала.

И еще одной перспективной нишей для применения ИСУ является фонд автоматического повторного включения (АПВ) — осложненный фонд скважин, где фиксируются низкие притоки, вследствие чего обычное оборудование в силу своих характеристик не может работать в постоянном режиме и работает в периодическом режиме с остановками.

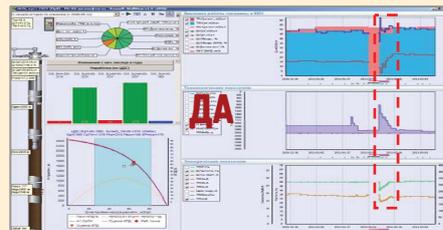
Следует отметить, что у оборудования ИСУ есть определенные плюсы и минусы. Плюсами, в частности, являются: большая доля потенциального фонда для внедрения данной технологии;

Возможность автоматического ВНР

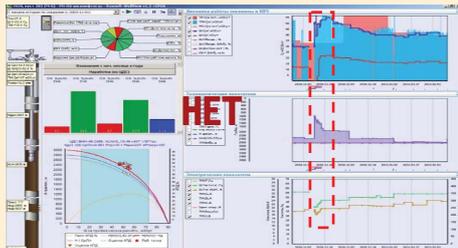
ИСУ-1 – ВНР успешен



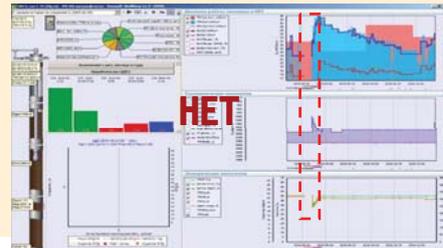
ИСУ-2 – ВНР (успешен со 2 попытки, после доработки алгоритма)



ИСУ-3 – ВНР неуспешен (программа аналогична стандартной в ЧРП)

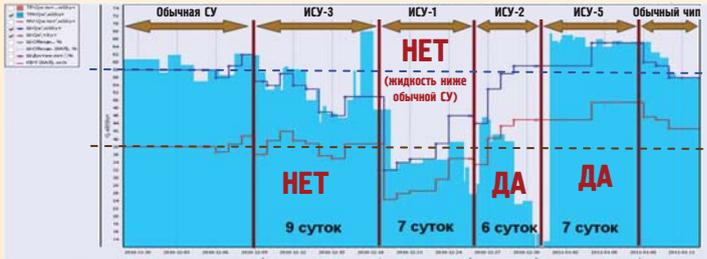


ИСУ-4 – ВНР неуспешен (отсутствует алгоритм)



Стабилизация режима при изменении потенциала

- В период с 30 ноября 2010 г. по 14 января 2011 г. на скважине 3161 куст 569 Мало-Балыкского месторождения проводились последовательные, друг за другом, испытания ИСУ испытывавшихся ранее, кроме ИСУ-4 (из-за выявленных недостатков на первом этапе испытаний), дополнительно на скважине испытывалась станция управления ИСУ-5
- Информация по скважине: спущен ЭЦН 80-1661, $H_{ст}=1782$ м, работает на частоте 50 Гц. За последние полгода дебит по скважине снизился с 70 до 58 м³/сут., наработка оборудования на начало испытаний составила 301 сут. (на 30.11.10)

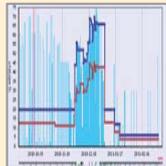


- В итоге по результатам испытаний только станции управления ИСУ-5 и ИСУ-2 добились большего дебита, чем СУ с частотным преобразователем
- Результат ИСУ-2 обусловлен максимальной частотой откачки – 60 Гц, хотя при этом результат по дебиту получен ниже результата ИСУ-5, когда УЭЦН работал при меньших частотах. Это объясняется тем, что частота УЭЦН в ИСУ-5 подбирается по максимальному моменту, оптимальной считается та частота, при которой момент на валу (а следовательно, и дебит) – максимальный
- ИСУ-3 показала низкий дебит из-за направленности алгоритма на поддержание постоянного дебита, а не на максимизацию откачки
- ИСУ-1 показала наименьший дебит из-за привязки алгоритма увеличения частоты к неизменности значения токов

Анализ опыта эксплуатации ИСУ на АПВ. Второй цикл пилотных испытаний ИСУ на скважине АПВ (4727/570/МБ) – результаты хорошие



- Испытания всех ИСУ на одной скважине (группа АПВ) доказали возможность увеличения добычи нефти из фонда АПВ за счет автоматических алгоритмов оптимизации
- Средние приросты при испытаниях к уровню добычи в АПВ до испытаний ИСУ составили:
 - ✓ средний прирост добываемой жидкости +37 м³/сут.
 - ✓ средний прирост добываемой нефти +24 т/сут.
- Дополнительная добыча нефти за период испытаний ИСУ на 4727 составила +720 т нефти (+1 108 м³/жидкости)



возможность оптимизации режима без смены УЭЦН; автоматическое реагирование на изменение ситуации; охват ключевых элементов эксплуатации УЭЦН; ми-

нимизация субъективных ошибок (человеческого фактора).

Вместе с тем, среди минусов ИСУ — зависимость заказчика от сервиса поставщика ИСУ; воз-

можные ошибки в алгоритме управления; ограничения по возможностям спущенного оборудования (старый кабель, КПД насоса, термостойкость двигателя и др.); нет возможности эксплуатации ИСУ вентильного двигателя.

ИСУ УЭЦН, образно говоря, является аналогом круиз-контроля в автомобиле или автопилота в самолете

Испытания

В ходе проекта оборудование ИСУ оценивалось по четырем основным критериям: (1) — возмож-

В рамках проекта испытаний ИСУ в «Юганскнефтегазе» было рассмотрено оборудование пяти ведущих производителей

ность автоматического вывода на режим без участия человека или с минимизацией участия; (2) — динамическая стабилизация ре-

ИСУ может решать вопрос автоматического вывода УЭЦН на режим

жима при изменении потенциала, когда в процессе эксплуатации меняются параметры притока; (3) — вывод из периодического

Алгоритмы ИСУ могут успешно применяться при работе в неустановившемся режиме эксплуатации или при изменении потенциала

фонда АПВ; по данному критерию были проведены целых три цикла испытаний; (4) — соответствие

Перспективной нишей для применения ИСУ является фонд АПВ

единым техническим требованиям (ЕТТ) НК «Роснефть».

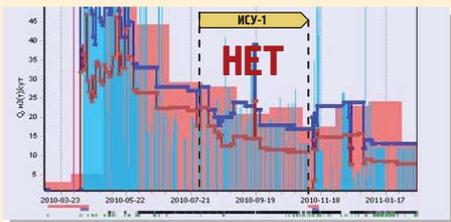
В категории автоматического вывода на режим представленное оборудование отработало неоднозначно (см. «Возможность автоматического ВНР»). Чуда не

Анализ опыта эксплуатации ИСУ на АПВ.

Первый цикл пилотных испытаний ИСУ на скважинах АПВ ЮНГ — результаты неоднозначные, доработки алгоритмов

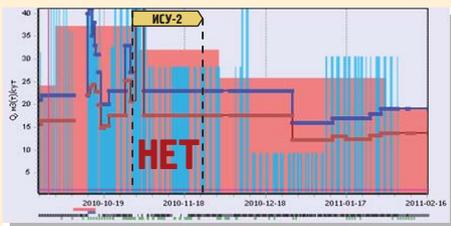
3165, 108, П_{рб}, АПВ, Э-60. с 19.08.10 до 05.11.10

- Вывести в постоянный режим не удалось
- Автоматически оптимизировался цикл (на 28% больше времени в работе)
- Были сбои в алгоритме автоадаптации



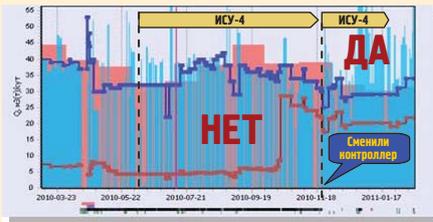
4433, 158, П_{рб}, АПВ, Э-45. с 28.10.10 до 19.11.10

- Станция управления вывела несколько раз УЗЦН в безостановочный режим работы, продолжительность периодов — 5,4 и 2,5 суток. Реализовать постоянный безостановочный режим эксплуатации СУ не смогла, вероятно из-за дополнительного осложнения — парафиноотложения



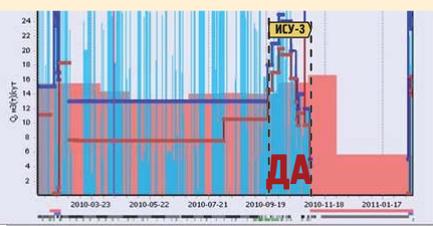
6909, 231, П_{рз}, АПВ, Э-50. с 24.05.10 до 28.10.10

- После доработки программы и смены контроллера удалось вывести скважину в постоянный режим
- Нет возможности оценить хронологию токовых нагрузок при работе в постоянном режиме ввиду отсутствия возможности съема архива с ИСУ



3066, 566А, МБ, АПВ, Э-30. с 11.09.10 до 25.10.10

- Станция управления вывела скважину в постоянный режим работы, который продолжался в течение двенадцати суток. Алгоритм адаптации позволяет избежать остановок по ЗСП и может восстанавливать загрузку по току ПЭД до значений, когда возможна эксплуатация УЗЦН при постоянной частоте
- Дебит жидкости в первые несколько суток превысил дебиты, получаемые до испытаний. После девяти суток безостановочной работы дебиты жидкости сравнялись с теми, что были до испытаний, т.к. СУ не может повлиять на геологию скважины



произошло. Мы столкнулись с тем, что производитель декларирует: «Я могу это сделать», а когда начинаем испытывать, то видим, что могут не все. Столкнулись также с тем, что сыроваты алгоритмы, есть ошибки, есть неучтенные режимы эксплуатации и т.д. Таким образом, с первой задачей справились не все.

Выяснилось, что производитель декларирует: «Я могу это сделать», а когда начинаем испытывать, то видим, что могут не все

Для отработки второй задачи — стабилизация режима при изменении потенциала — была выбрана скважина, на которой последовательно устанавлива-

лись станции управления разных производителей (см. «Стабилизация режима при изменении потенциала»).

Видно, что перед началом испытаний был определенный уровень добычи, но после того как поставили ИСУ первого производителя, ситуация изменилась не в его пользу. После установки ИСУ второго производителя и недельных испытаний ситуация вроде бы начала выправляться, но добыча так и не вышла на прежний уровень.

В результате установки оборудования третьего производителя ситуация стала выравниваться, добыча повысилась. Пятый производитель также подтвердил, что его ИСУ может удерживать высокий уровень добычи. После

перевода скважины обратно на частотный преобразователь видно, как идет снижение добычи.

По испытаниям в данной категории мы поняли, во-первых, что не все производители могут решать данную задачу, а во-вторых, что обратный перевод скважины на частотник ведет к потерям добычи. То есть, существует потенциальная возможность добывать больше с помощью ИСУ.

Следующий блок испытаний — вывод скважин из фонда АПВ. В данной категории были проведены три цикла испытаний. Первый цикл испытаний, состоявшийся в середине 2010 года, показал неоднозначные результаты (см. «Анализ опыта эксплуатации ИСУ на АПВ. Первый цикл...»). Мы опять столкнулись с проблемой сырых алгоритмов. После этого производители начали их дорабатывать и шлифовать, устраняя выявленные проблемы, и мы подошли ко второму циклу испытаний.

Для второго цикла испытаний была выбрана одна скважина (см. «Анализ опыта эксплуатации ИСУ на АПВ. Второй цикл...»), на которой работала обычная станция управления в периодическом режиме (параметры добычи — примерно 20 м³ в сутки). Видно, что после установки первой ИСУ результаты эксплуатации улучшились, и работа практически перешла в постоянный режим. Все последующие производители также успешно справились с данной задачей.

После второго цикла испытаний, длившегося практически месяц и показавшего приросты добычи, скважина была переведена обратно сначала на частотный преобразователь — дебиты упали, а затем на обычную станцию управления добычей, после чего добыча с достигнутого уровня свалилась до начального. Таким образом, мы поняли, что резервы для оптимизации с помощью ИСУ есть.

Несмотря на то, что результаты второго цикла испытаний оказались оптимистичными, решение о переводе всего фонда АПВ на ИСУ было бы преждевременным. Возникли определенные сомнения и вопросы, связанные с

осложнениями, с различными режимами. И решено было провести еще один, третий цикл испытаний.

По его результатам (см. «Анализ опыта эксплуатации ИСУ на АПВ. Третий цикл...») видно, что по двум скважинам удалось достичь увеличения добычи. В то же время мы зафиксировали, что по двум производителям ИСУ сработали риски, связанные с условиями эксплуатации или с состоянием оборудования.

У одного заклинил насос, и пришлось уйти обратно на режим работы АПВ. В случае со вторым производителем после перевода скважины на постоянный режим эксплуатации снизилась изоляция кабеля. То есть, проявились те риски, которые будут срабатывать после перехода к массовому оснащению скважин интеллектуальными станциями управления.

Резюме по третьему циклу испытаний такое: весь фонд скважин АПВ переводить на эксплуатацию с ИСУ нельзя, для оптимизации с минимальными рисками подходит примерно одна треть всех скважин АПВ.

Отдельным блоком испытаний стала оценка соответствия оборудования ИСУ каждого производителя ЕТТ компании. По каждому требованию была проведена соответствующая работа и дана оценка, в результате чего по каждому производителю определен процент соответствия. По разным производителям он колеблется в диапазоне от 62% до 91%. При этом в качестве условно проходного порога был принят процент соответствия 90%. Его пока удалось преодолеть только одному из производителей.

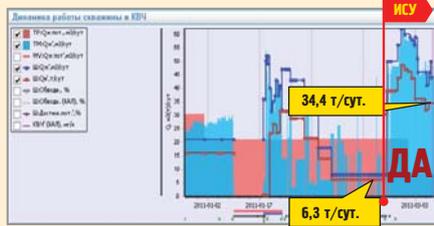
Выводы

По результатам испытаний в целом был сделан ряд выводов. По автоматическому выводу на режим из четырех испытуемых станций две не прошли испытания. Производителям последних нужно работать над устранением проблем с алгоритмами. Необходимо продолжить испытания для дальнейшей проверки на различных режимах.

Анализ опыта эксплуатации ИСУ на АПВ. Третий цикл пилотных испытаний ИСУ на скважинах АПВ (успешность 50%)

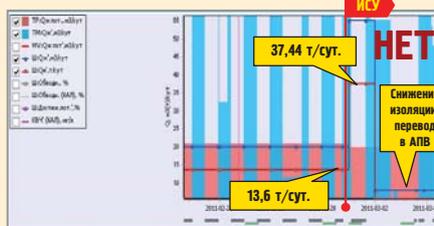
Скв. 3188/куст 572/ИСУ-1

- ИСУ установлена и запущена 22.02.2011
- ВНН 59-2153 вышла из АПВ в постоянный режим с приростом добычи



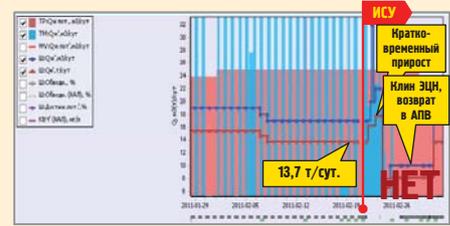
Скв. 3767/куст 585/ИСУ-2

- ИСУ установлена и запущена 01.03.2011
- ЭЦН 80-1701 вышла из АПВ в постоянный режим с приростом добычи, снижение изоляции и возврат в режим АПВ



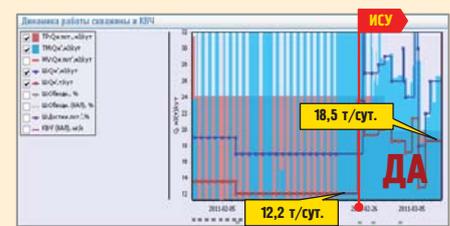
Скв. 3227/куст 585/ИСУ-3(1)

- ИСУ установлена и запущена 21.02.2011
- ВНН 50-2591 кратковременный эффект, клин, промывка (насос с ремонта), возврат в АПВ



Скв. 3431/куст 541/ИСУ-3(2)

- ИСУ установлена и запущена 21.02.2011
- ВНН 50-2618 вышла из АПВ в постоянный режим с приростом, прорывы газа



Такие же выводы были сделаны и по результатам испытаний в рамках решения второй задачи - стабилизация режима при изменении потенциала, с которой успешно справились только два производителя.

По результатам трех циклов испытаний по выводу из АПВ все производители подтвердили, что могут оптимизировать фонд АПВ за счет автоматических алгоритмов при условии минимального притока, необходимого для охлаждения двигателя. Данному условию отвечает примерно треть от всего фонда АПВ — при переводе в постоянный режим данная часть скважин обеспечит приток не менее 20 м³ в сутки, необходимый для охлаждения асинхронного двигателя. Оставшиеся две трети скважин фонда АПВ требуют разработки алгоритмов, безопасных для УЭЦН с циклическим отбором 100% потенциала скважин.

Иными словами, станция должна в автоматическом режиме, на уровне алгоритмов, в том случае, если есть возможность, переводить скважину в постоянный режим, если нет такой воз-

можности — выбирать режим с максимальной добычей нефти.

Сыроваты алгоритмы ИСУ, есть ошибки, есть неучтенные режимы эксплуатации

Мы также столкнулись с тем, что многие производители делают серьезный акцент на привлечении их собственного серви-



Россия, г. Серпухов, ул. Полевая, д. 1

+7 (4967) 3501-15, 16, 17, 18 19, 29

www.trknara.ru



Производство оборудования для АЗС и нефтебаз. Решение по коммерческому учету нефти и нефтепродуктов на всех этапах от добычи до розничной реализации.

са. Но в случае массового перехода на интеллектуальные станции компания-заказчик хочет ми-

Весь фонд АПВ переводить на эксплуатацию с ИСУ нельзя, для оптимизации с минимальными рисками подходит примерно одна треть всех скважин АПВ

нимизировать затраты. Не надо нас заставлять нанимать «армию» сервисменов, чтобы они постоянно ездили и устраняли какие-то неполадки в алгоритмах, настраивали ИСУ и т.д.

Поэтому необходимо поставить задачу производителям ИСУ по

Не надо нас заставлять нанимать «армию» сервисменов, чтобы они постоянно ездили и устраняли какие-то неполадки в алгоритмах, настраивали ИСУ и т.д.

минимизации настроек и корректировок. В идеале — одно нажатие, как в стиральной машинке. Нажали, и дальше станция должна сама знать, что делать, какие режимы эксплуатации выбирать.

В идеале ИСУ должна работать, как стиральная машинка — от одного нажатия

Еще одной проблемой является быстрое заполнение памяти контроллера, в результате чего требуется постоянное считывание архивов из памяти. Производителям необходимо увеличить память контроллера для хранения полного архива информации как минимум за месяц, а лучше — за три месяца.

Если производители научат ИСУ управлять и вентильными двигателями, то спектр применения этого оборудования значительно расширится

Выяснилось также, что на результат оптимизации может повлиять состояние оборудования. То есть, если мы используем ремонтный кабель с массой сростков, изношенный двигатель или насос, это все может препятствовать по-

ВОПРОСЫ ИЗ ЗАЛА

Николай КУЗЬМИЧЕВ, директор ООО «Нефть XXI век»:

Анализировалась ли при проведении работ возможность выхода режимов эксплуатации скважин за предельно допустимые значения? Например, ниже предельно допустимого забойного давления?

Д.М.: Мы проверяли не возможность выхода за предел, а способность станций решать конкретные поставленные задачи.

Н.К.: А контроль-то был? Может быть, увеличение объемов добычи нефти достигалось за счет выхода за пределы режимов?

Д.М.: Контроль был постоянный. Была сформирована проектная группа, и специалисты анализировали ситуацию до, в процессе и после испытаний.

Н.К.: Анализировалась ли энергоэффективность интеллектуальных станций управления различных производителей?

Д.М.: В процессе испытаний мы сравнивали потребление электроэнергии до установки интеллектуальной станции и после. ИСУ позволяют экономить определенное количество электроэнергии. Важен выбор критерия — критерием в нашей работе была максимальная добыча, а потом уже смотрели на энергопотребление.

Н.К.: Вы рассказали об оценке разных производителей по отдельным критериям. А какой-то комплексный анализ проводился?

Д.М.: Проводился. В результате один производитель, условно, получил «зачет» по всем категориям. Еще один близок к этому, ему осталось сделать определенные доработки в одной категории.

Нам как потребителю выгодно, чтобы на рынке было несколько производителей, которые умеют делать аналогичное оборудование. В этом случае создается конкурентная среда, и дальше уже работают механизмы, позволяющие снижать цены на оборудование. За счет конкурентной среды появляется и выбор, и более качественные алгоритмы оптимизации.

ВЕРТИКАЛЬ ON-LINE

- свежий номер
- полный архив «Вертикали»
- материалы в свободном доступе
- возможность тематического поиска

www.ngv.ru

НЕФТЕ ГАЗОВАЯ ВЕРТИКАЛЬ 15.10.11

лучению дополнительной добычи из скважины и привести к отказу. При подборе целевого фонда необходимо оценивать состояние оборудования или заведомо спускать надежное погружное оборудование для целевой оптимизации.

Производителям ИСУ необходимо рассмотреть вопрос управления вентильными двигателями, так как целевой фонд скважин при использовании вентильного двигателя расширится еще на одну треть. Если для охлаждения асинхронного двигателя необходим минимальный приток 20 кубов, то для вентильного двигателя эта планка гораздо ниже. Поэтому, если производители научат ИСУ управлять

и вентильными двигателями, то спектр применения этого оборудования значительно расширится.

Производителям и сервису ИСУ рекомендовано также шире использовать технологии удаленного контроля через GPRS-технологии для минимизации вызовов сервисменов. Например, при каждой аварийной остановке УЭЦН или критическом режиме порция данных за последние 30 минут работы должна автоматически уходить на сервер ЦДНГ технологу и аналитику сервиса. То есть, когда событие или вот-вот должно произойти, или оно только что произошло, порция необходимой информации уже должна быть готова для анализа. 



10-я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА
ПО ОСВОЕНИЮ РЕСУРСОВ НЕФТИ И ГАЗА РОССИЙСКОЙ
АРКТИКИ И КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА СТРАН СНГ

RAO / CIS OFFSHORE 2011

13–16 СЕНТЯБРЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



**ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ
СПОНСОР:**



**ГЕНЕРАЛЬНЫЕ
СПОНСОРЫ:**



ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР:



СПОНСОРЫ КРУГЛЫХ СТОЛОВ: ExxonMobil



**20
лет**

РЕСТЭК®

СЕКРЕТАРИАТ:
тел.: (812) 320 9660, e-mail: rao@restec.ru

<http://www.rao-offshore.ru>