

# НЕФТЯНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Нефтяное Хозяйство

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В 1920 ГОДУ • ВЫПУСК 1140

ОКТЯБРЬ

10'2018

РЕЗУЛЬТАТЫ СТРОИТЕЛЬСТВА  
первой многозабойной  
скважины малого диаметра  
в ПАО «ЛУКОЙЛ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕДНИКОВ  
РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ  
для обеспечения айсберговой  
безопасности работ  
на шельфе

ОПЫТ СОЗДАНИЯ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕТРИИ  
«Ремонт скважин» в АО «Зарубежнефть»



УЧАСТНИКИ  
ИЗДАНИЯ  
ЖУРНАЛА



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ЦЕНТР



АО «РМНТК  
«Нефтеотдача»

НТО НГ им. акад.  
И.М. Губкина

# Цифровой супервайзинг – эффективное управление текущим и капитальным ремонтами скважин

Digital supervising – effective management of well service and workover

S.A. Yaskin<sup>1</sup>, V.V. Kondratiev<sup>1</sup>, V.V. Kulchitskiy<sup>2,3</sup>,  
A.V. Shchebetov<sup>4</sup>, A.K. Parkhomenko<sup>4</sup>, I.I. Dautov<sup>4</sup>,  
S.V. Pakhomov<sup>5</sup>, A.V. Melnikov<sup>6</sup>

<sup>1</sup>LUKOIL-West Siberia, RF, Kogalym

<sup>2</sup>Gubkin University, RF, Moscow

<sup>3</sup>Interregional Gubkin Scientific and Technical Society of Oil and Gas Experts, RF, Moscow

<sup>4</sup>Research and Design Center of Oil and Gas Technologies JSC, RF, Moscow

<sup>5</sup>RPE Elektrotekh LLC, RF, Izhevsk

<sup>6</sup>Geophysmash LLC, RF, Saratov

E-mail: niib@gubkin.ru

**Keywords:** digital supervising, well service and workover, geo-supervising, interdisciplinary model of production management, pilot tests, experimental industrial works

New types of oilfield services in Russia, such as digital supervising of well service and workover and geo-supervising of drilling, provide for the transition from a disciplinary management paradigm to an interdisciplinary model of production management, in which supervisory solutions are formed by specialists with interdisciplinary knowledge using a single information and digital base. The pilot tests stage is implemented at the facilities of well service and workover of Langepasneftegas. The performance of software and hardware is assessed. The effectiveness of organizational and technical solutions (mobility of the complex, combination of professions, interdisciplinary management, improvement of technical and economic indicators of well service and workover) is determined when monitoring the parameters of pumped liquids during the performance of the control and process control system operations: well killing, repair and insulation work, processing of bottom hole, well washing, face normalization using a screw downhole motor (drilling, milling). The successful pilot tests made possible in 2018 industrial implementation of the digital supervising in Pokachevneftegas, Urayneftegas, Povkhneneftegas, Kogalymneftegas and Langepasneftegas. For further cost cutting we tested in Povkhneneftegas digital supervising of emergency operations and optimization of core operations during overhaul of wells. We compiled the test program, the methodology, formed and conducted advanced training for specialists in mobile post digital supervising. We constructed, upgraded and equipped specialized vehicle on the basis of four-wheel drive vehicle UAZ. Hardware and software complex is created for digital supervising of emergency operations. This complex combine software SCUTP, mud logging station «Kedr 101» and automated workstation for supervisor for drilling and workover.

## 2018 г. – год супервайзинга бурения и нефтегазодобычи

Значительные усилия ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» направлены на снижение себестоимости добычи углеводородов и сокращения капитальных вложений. Для этого необходимы освоение и внедрение новых технологий эффективного цифрового управления. Важнейшей областью для их применения являются текущий и капитальный ремонт скважин (ТКРС).

В нефтегазодобывающей отрасли России супервайзинг является неотъемлемой частью системы управления строительством, эксплуатацией и ремонтом скважин, а супервайзер – представителем нефтегазодобывающего предприятия (заказчика), выполняющим на буровом или промысловом объекте оперативные функции [1]. Новые для нефтесервиса России виды услуг: цифровой супервайзинг ТКРС и геосупервайзинг бурения – предусматривают переход от дисциплинарной парадигмы управления, при которой решения формируются на основе вариантов,

С.А. Яскин<sup>1</sup>,  
В.В. Кондратьев<sup>1</sup>,  
В.В. Кульчицкий<sup>2,3</sup>, д.т.н.,  
А.В. Щебетов<sup>4</sup>, к.т.н.,  
А.К. Пархоменко<sup>4</sup>,  
И.И. Даутов<sup>4</sup>,  
С.В. Пахомов<sup>5</sup>,  
А.В. Мельников<sup>6</sup>

<sup>1</sup>ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»

<sup>2</sup>РГУ нефти и газа (НИУ)

имени И.М. Губкина

<sup>3</sup>МНТО НГ им. акад. И.М. Губкина

<sup>4</sup>АО «Научно-исследовательский и проектный центр газонефтяных технологий»

<sup>5</sup>ООО НПП «Электротех»

<sup>6</sup>ООО «Геофизмаш»

Адрес для связи: niib@gubkin.ru

**Ключевые слова:** цифровой супервайзинг, текущий и капитальный ремонт скважин (ТКРС), геосупервайзинг, междисциплинарная модель управления производством, опытно-промышленные испытания (ОПИ), опытно-промышленные работы (ОПР)

DOI: 10.24887/0028-2448-2018-10-134-136

предварительно подготовленных сторонними службами (сервисом по геолого-технологическим исследованиям, буровым растворам, цементированию, геонавигации и др.), к междисциплинарной модели управления производством, когда решения формируются с использованием единой информационной и цифровой базы специалистами, обладающими междисциплинарными знаниями. Одним из основных условий эффективного применения указанной модели является использование специализированного аппаратно-программного комплекса сбора и обработки данных в режиме реального времени, который адаптирован к супервайзингу и позволяет значительно быстрее получать точную информацию о возникновении событий на технологических объектах, а также о результатах автоматизированной интерпретации данных и анализа рисков аварий и осложнений [2]. Такой переход сокращает время принятия оперативных управленческих решений, сроки проведения ремонтных работ, снижает стоимость технического обслуживания скважин, повышает качество ТКРС. Это подтверждено проведенными опытно-промышленными испытаниями (ОПИ), опытно-промышленными работами (ОПР) в 2016–2017 гг. и результатами

промышленного внедрения цифрового супервайзинга во всех территориально-производственных подразделениях (ТПП) ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» в 2018 г.

Этап ОПИ реализован на объектах текущего и капитального ремонта скважин ТПП «Лангепаснефтегаз». Оценена работоспособность программного и аппаратного обеспечения и определена эффективность организационно-технических решений (мобильность комплекса, совмещение профессий, междисциплинарность управления, повышение технико-экономических показателей ТКРС) при мониторинге параметров перекачиваемых жидкостей в ходе выполнения системой контроля и управления технологическими процессами (КУТП) следующих операций: глушение скважин, ремонтно-изоляционные работы, обработка призабойной зоны, промывка скважин, нормализация забоя с применением винтового забойного двигателя (бурение, фрезерование). На основе анализа текущей деятельности выделены операции ТКРС, требующие особыго контроля, определены физические параметры, которые необходимо отслеживать в режиме реального времени. В ходе проведения ОПИ выявлены основные причины нарушений технологии ремонта скважин. В частности, сервисными подрядчиками по ТКРС допускались критические перерывы при закачке технологических жидкостей и отклонения их параметров, использовалось неисправное или не соответствующее требованиям оборудование, допускались отклонения объема закачиваемого раствора. Кроме того, новая модель управления позволила раскрывать и документально подтверждать факты превышения нормативного времени выполнения операций, исключать искажение сведений [3].

На этапе ОПР, выполненных на скважинах ТПП «Когалымнефтегаз» и ТПП «Лангепаснефтегаз», цифровой контроль параметров жидкости проводился не только на нагнетательной, но и на выкидной линиях, что расширило круг решаемых технико-технологических и организационно-управленческих задач. Рекомендации, составленные по итогам ОПИ и ОПР на объектах ТКРС для исполнения сервисными подрядчиками ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», позволили значительно повысить качество работ: отмечено кратное сокращение числа случаев отклонения плотности и объема закачиваемого раствора от проектных показателей, уменьшение времени на подготовительные работы бригад ТКРС и числа случаев завоза неподготовленного и неисправного оборудования [4]. Успешное проведение ОПИ и ОПР обеспечило в 2018 г. промышленное внедрение цифрового супервайзинга в ТПП



Рис. 1. Пост цифрового супервайзинга аварийных работ при КРС «Покачевнефтегаз», «Урайнефтегаз», «Повхнефтегаз», «Когалымнефтегаз» и «Лангепаснефтегаз».

Для дальнейшего снижения затрат на капитальный ремонт скважин (КРС) в феврале-июне 2018 г. проведены ОПИ цифрового супервайзинга аварийных работ и оптимизация режимов основных операций при КРС на месторождениях ТПП «Повхнефтегаз». В рамках подготовки к ОПИ составлена программа испытаний, разработана методика выполнения работ, проведены курсы повышения квалификации специалистов мобильного поста цифрового супервайзинга, сконструировано, модернизировано и оборудовано специализированное транспортное средство на базе полноприводного автомобиля УАЗ (рис. 1), создан аппаратно-программный комплекс цифрового супервайзинга аварийных работ (АПК ЦСАР), объединяющий программное обеспечение СКУТП (ООО НПП «Электротех», г. Ижевск), станции геолого-технологических исследований (ГТИ) «Кедр 101» (ООО «Геофизмаш», г. Саратов) и АРМ супервайзера по бурению и КРС (АО «НИПЦ ГНТ», г. Москва) (рис. 2).

Мобильный пост цифрового супервайзинга ТКРС, оснащенный АПК ЦСАР, обеспечивает одновременно измерение, сохранение в базе данных и online-передачу следующих параметров: момент на роторе подъемного агрегата, частота вращения ротора и лебедки, вес на крюке подъемного агрегата, момент свинчивания труб, параметры жидкости на нагнетательной и выкидной линиях в потоке (давление, плотность, температуру, объемный расход), суммарный объем жидкости на этих линиях.

Кроме того, определяются расчетные параметры, такие как нагрузка на инструмент (при бурении цементного

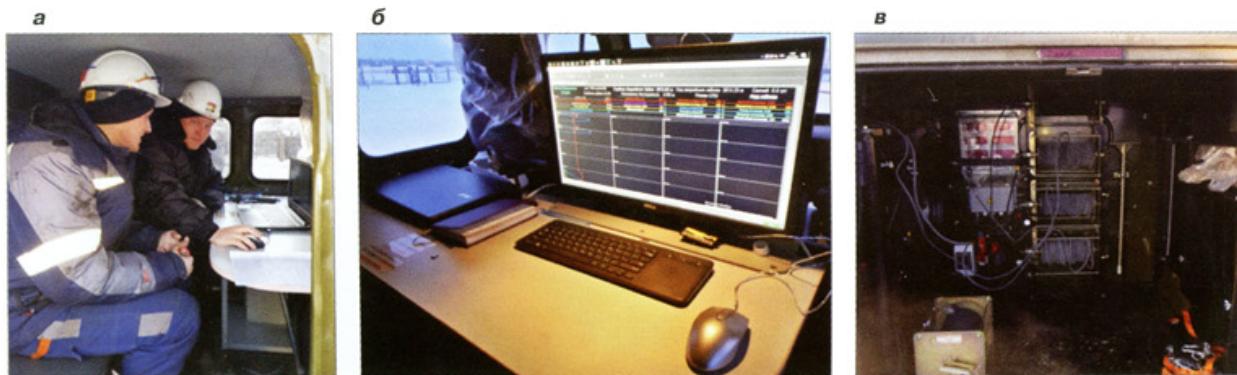


Рис. 2. Рабочее место супервайзера (а) и стационарное оборудование АПК ЦСАР (б, в)

моста, фрезеровании и ловильных работах), положение талевого блока, глубина текущего положения инструмента, глубина истинного аварийного забоя, расстояние до аварийного забоя, число свечей/труб в скважине, объем скважины, скорость спускоподъемных операций инструмента, механическая и мгновенная скорости (бурения, фрезерования), баланс долива скважины, положение клиньев на спайдере (опционально), набор параметров жидкости на нагнетательной и выкидной линиях.

Пульт бурильщика (табло бурильщика) при цифровом супервайзинге обеспечивает предоставление буровому мастеру 16 параметров и более (конфигурация в зависимости от вида выполняемых работ). Оборудование поста цифрового супервайзинга имеет сертификаты соответствия требованиям Таможенного союза ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (взрывобезопасность в зоне 0–1) и сертификаты соответствия ГОСТ Р. Высокая разрешающая способность и чувствительность применяемых датчиков, автоматизация выполняемых при ТКРС расчетов позволяют контролировать захват аварийных НКТ, точно определять вес и рассчитывать число захваченных аварийных труб, предотвращать обрыв НКТ при подъеме, оптимизировать ловильные работы крючком, выполнять мониторинг ремонтных работ с применением механического ротора, фиксировать подклиники инструмента и предотвращать повреждение колонны, своевременно выявлять неисправность ротора, контролировать процессы фрезерования и др.

Результаты ОПИ показали, что цифровой супервайзинг с АПК ЦСАР сокращает время простоев и отклонения от графиков работ, способствует недопущению брака при ТКРС, обеспечивает подготовку и выполнение необходимых мероприятий по предупреждению аварий и осложнений, формирует эффективные предложения заказчику. За счет достоверных данных, получаемых в режиме реального времени, обеспечивается объективный и документально подтверждаемый супервайзинг:

- соблюдение сервисными компаниями по ремонту скважин требований промышленной, экологической, пожарной безопасности, охраны труда и окружающей среды; правил и стандартов применения оборудования, инструмента и специальной техники; норм, указаний и приказов заказчика;
- соблюдение технологии проведения ремонтных работ в скважинах;
- рациональный выбор технических и технологических решений;
- соответствие программы работ и установленным требованиям параметров технологических операций и параметров технологических жидкостей;
- соответствие установленным требованиям оборудования и инструментов, применяемых при ТКРС;
- соответствие фактических работ плану и передаваемой в сводках информации;
- соблюдение требований, предъявляемых к качеству проводимых ремонтных работ в скважинах.

Цифровой супервайзинг КРС с использованием АПК ЦСАР позволил оптимизировать выбор режимов: фрезерование, нормализация забоя, разбуривание цементного моста, расхаживание инструмента, ловильные работы, спускоподъемные операции.

Для подготовки и переподготовки специалистов по новой профессии «Цифровой супервайзинг» Академией супервайзинга бурения и нефтегазодобычи АО «НИПЦ ГНТ» совместно с РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина сделан первый шаг к созданию научно-методического обеспечения. В декабре 2017 г. в г. Когалыме проведен курс «Регистрация и контроль параметров жидкости при ТиКРС, включая глушение, ОПЗ, ПНП, РИР» с целью повышения квалификации супервайзеров ТиКРС, задействованных в проектах ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь».

## Выводы

1. Интегрирование рабочих мест супервайзера и оператора станций КУТП и ГТИ как интеллектуальный метод совершенствования производственного цифрового управления обеспечило технологический прорыв в ТКРС.
2. Снижение эксплуатационных затрат заказчика, сокращение времени, рост производительности и эффективности выполнения ТКРС создают синергетический эффект цифрового супервайзинга, повышающий культуру производства и организацию труда ремонтных подрядчиков [5].
3. Целесообразно продолжать подготовку молодых специалистов по цифровому супервайзингу на основе образовательных технологий дистанционного интерактивно-производственного обучения (ДИПО-Вахта), успешно апробированных впервые в нефтегазовой практике в 2008 г. на Вать-Ёганском месторождении ТПП «Когалымнефтегаз» ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» [6].

## Список литературы

1. Кульчицкий В.В., Щебетов А.В. Супервайзинг – управление качеством строительства и ремонта скважин // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2016. – № 2. – С. 11–15.
2. Аппаратно-программный комплекс геосупервайзинга бурения и ТиКРС / В.В. Кульчицкий, А.В. Щебетов, А.К. Пархоменко (и др.) // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 2. – С. 55–59.
3. Геосупервайзинг – прогрессивная система управления качеством ТиКРС / В.В. Кульчицкий, А.В. Щебетов, А.К. Пархоменко (и др.) // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2016. – № 4. – С. 12–16.
4. Кульчицкий В.В., Пархоменко А.К., Щебетов А.В. Современные тенденции развития супервайзинга строительства и ремонта скважин // Нефть. Газ. Новации. – 2017. – № 11. – С. 53–61.
5. Пархоменко А.К., Крайнова Е.А. Организационно-управленческий механизм взаимодействия нефтегазодобывающих и сервисных предприятий на этапе эксплуатации нефтяных скважин // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 9 (4.1). – С. 899–904.
6. Нефтегазовое будущее за национальным исследовательским университетом / А.И. Владимиров, В.Г. Мартынов, В.В. Кульчицкий (и др.) // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 5. – С. 40–43.

## References

1. Kul'chitskiy V.V., Shchebetov A.V., Supervising – quality management of construction wells and workover (In Russ.), Upravlenie kachestvom v neftegazovom komplekse, 2016, no. 2, pp. 11–15.
2. Kul'chitskiy V.V., Shchebetov A.V., Parkhomenko A.K. et al., Hardware-software complex of geosupervising of drilling and downhole works (In Russ.), Oborudovanie i tekhnologii dlya neftegazovogo kompleksa, 2017, no. 2, pp. 55–59.
3. Kul'chitskiy V.V., Shchebetov A.V., Parkhomenko A.K. et al., Geosupervising – a progressive quality management system for well servicing and workover (In Russ.), Upravlenie kachestvom v neftegazovom komplekse, 2016, no. 4, pp. 12–16.
4. Kul'chitskiy V.V., Parkhomenko A.K., Shchebetov A.V., Present day tendencies in well construction and work-over supervising development (In Russ.), Neft'. Gaz. Novatsii, 2017, no. 11, pp. 53–61.
5. Parkhomenko A.K., Kraynova E.A., Organizational and management mechanism of interaction oil exploration and production companies and service companies in the stage of oil wells exploitation (In Russ.), Ekonomika i predprinimatel'stvo, 2017, no. 9-1, pp. 899–904.
6. Vladimirov A.I., Martynov V.G., Kul'chitskiy V.V. et al., Oil and gas future for a national research university (In Russ.), Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry, 2009, no. 5, pp. 40–43.