



АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ИМПОРТНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ СКВАЖИН, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ШГН



ВВЕДЕНИЕ

Последние 10-15 лет многие нефтегазодобывающие предприятия России и ближнего зарубежья стали вплотную заниматься вопросами автоматизации скважин, эксплуатируемых глубиннонасосным способом. При этом очевидно, что перед нефтяниками встает непростой вопрос выбора оборудования. К настоящему времени на рынке достаточно широко представлены датчики и системы автоматики как отечественных, так и иностранных производителей.

Еще в недалеком прошлом иностранное оборудование было малодоступным для нефтяников в силу особенностей политических и экономических взаимоотношений с технологически развитыми странами, а предложения отечественных производителей были весьма скромны в силу недостаточного финансирования по их разработке.

В последние годы ситуация существенно изменилась, но, к сожалению, не в пользу отечественных разработчиков и производителей средств автоматики.

Очевидная необходимость кардинального решения вопросов автоматизации объектов нефтегазодобывающих предприятий, открытость границ, отлаженное производство электронного оборудования в развитых странах привели к тому, что при решении задач автоматизации нефтяники зачастую отдают предпочтение средствам автоматизации импортного производства.

Так, например, среди нефтегазодобывающих предприятий наметилась тенденция оснащения скважин, эксплуатируемых глубиннонасосным способом, системами динамометрирования фирмы “Lufkin automation” (США).

Система автоматизации “Lufkin automation” включает в себя: датчики динамометрирования – усилия и положения, контроллер «Sam Well Manager» и программное обеспечение верхнего уровня XSPOC.

Вместе с тем, благодаря достаточно высокой квалификации наших специалистов, в настоящее время известны вполне конкурентоспособные отечественные разработки, удовлетворяющие современным требованиям к системам автоматизации скважин.

Значительных успехов в этом направлении достигли такие фирмы как ООО «АЯКС лаб» (Ульяновск), ЗАО «Линт» (Казань), НПФ «Интек» (Уфа), НПФ «Экос» (Уфа) и др.

В настоящей статье мы попытаемся оценить возможности американской системы автоматизации скважин фирмы “Lufkin automation” (рисунок 1) и отечественной, состоящей из датчиков динамометрирования ДДС-04 (рисунок 2), контроллеров «Орион-НТ» (рисунок 3) и ПО верхнего уровня «Dinamograph».



Рисунок 1 – Система автоматизации скважины “Lufkin automation”



Рисунок 2 – Датчики системы динамометрирования ДДС-04



Рисунок 3 - Контроллер «Орион-НТ» (ООО «АЯКС лаб», Ульяновск)

В общем случае систему автоматизации скважин, оборудованных СКН можно разделить на три уровня:

- уровень датчиков динамометрирования;
- уровень контроллеров;
- уровень верхнего программного обеспечения.

Рассмотрим элементы всех трех уровней отдельно.

1. ДАТЧИКИ

Датчики динамометрирования «Lufkin automation» и «ДДС-04» размещаются на штоке в узле траверс канатной подвески и поэтому воспринимают нагрузку непосредственно, что в свою очередь обеспечивает максимальную чувствительность.

Датчики Loadrol (рисунок 4) производятся фирмой “Interface” (США), специализирующейся на выпуске датчиков веса и силы. Выпускаются очень давно (с 1973 года) и представляют собой полый цилиндр. Для монтажа такого датчика на шток требуется полная разборка траверс канатной подвески, что является достаточно трудоемкой операцией.



Рисунок 4 – Датчик усилия Loadrol (США)

По типу чувствительных элементов датчик усилия Loadrol представляет собой пассивный тензометрический мост с выходным маломощным аналоговым сигналом напряжением до 10 милливольт. Естественно, что столь слабый сигнал подвержен воздействию помех от мощных электродвигателей, преобразователей частоты, пускателей, что предусматривает применение специальных мер повышения помехозащищенности при передачи его по длинному кабелю. Кроме того, показания датчика подвержены влиянию параметров самого кабеля: его длины, абсолютного сопротивления и температурного изменения сопротивлений жил кабеля [4]. Датчики теоретически являются взаимозаменяемыми, но разбаланс начального смещения «нуля» от экземпляра к экземпляру может составлять $\pm 1\%$ [1], что на фоне нагрузки в

10 тс соответствует 200 кгс. По нашим оценкам полная погрешность таких датчиков во всем температурном диапазоне может достигать 3...5%

Датчик усилия ДДС-04 (рисунок 5) лишен этих недостатков. Электронная плата, установленная непосредственно в самом датчике, преобразует сигнал с тензомоста в нормированный цифровой код в формате интерфейса RS-485. Такое решение исключает влияние параметров соединительных проводов и связанных с этим помех и погрешностей. Дополнительные достоинства цифровой обработки сигнала непосредственно в датчике заключаются еще и в том, что с ее помощью можно производить целый ряд операций, таких как диагностика состояния датчика, перенастройка пределов измерения, масштабирование, настройка нуля, и других.

Кроме того, установленный в датчике микропроцессор способен самостоятельно формировать массив динамограммы непосредственно в своей памяти, производить его предварительный анализ, оперативно сообщать контроллеру в реальном времени о состоянии оборудования и режиме работы, разгружая контроллер от целого ряда операций.

Датчик усилия ДДС-04 имеет подковообразную конструкцию, что значительно упрощает его монтаж и обслуживание.

Оба датчика имеют примерно одинаковую стоимость – порядка \$600, однако для работы с датчиком усилия Loadtrol требуется контроллер с встроенным АЦП, а сам контроллер должен обрабатывать сигнал с датчика в течение всего периода качания в реальном масштабе времени.

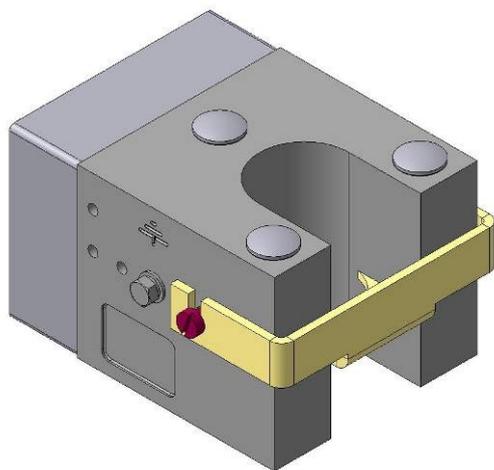


Рисунок 5 - Датчик усилия ДДС-04 (НПП «Грант», Уфа)

Для развертки динамограмм в системах динамометрирования “Lufkin automation” и «ДДС-04» используются аналогичные по конструкции датчики положения с применением элементов Холла. Датчики Холла устанавливаются на выходном валу редуктора и срабатывают при прохождении мимо них постоянных магнитов. Такой подход позволяет обеспечить наиболее точную фиксацию моментов прохождения штоком мертвых точек, простоту монтажа,

а также подходит для установки на все типы приводов ШГН, в том числе и на цепной привод.

Следует отметить, что в системе “Lufkin automation” датчик определяет только нижнюю мертвую точку хода штока, тогда как в системе ДДС-04 имеется возможность определения двух крайних точек – нижней и верхней. Это более корректно, так как время хода привода насоса вверх и вниз могут не совпадать, если установка не сбалансирована.

2. КОНТРОЛЛЕРЫ

В системе “Lufkin automation” используется контроллер «SAM Well Manager» (рисунок 6). Он имеет встроенный графический дисплей и клавиатуру, что позволяет осуществлять настройку целого ряда параметров непосредственно на скважине, просмотр измеренных динамограмм, задавать режим работы скважины и вводить данные о глубинном оборудовании.

Контроллер обеспечивает связь по радиоканалу, а также позволяет рассчитывать оптимальный режим периодической эксплуатации скважины и автоматически управлять электроприводом по результатам анализа динамограмм,

Однако следует отметить, что диапазон рабочих температур контроллера SAM Well Manager не соответствует нашим климатическим условиям и составляет всего от минус 20...до +60°C [2], поэтому целесообразность наличия жидкокристаллического дисплея и клавиатуры вызывает сомнения.



Рисунок 6 - Контроллер SAM Well Manager фирмы Lufkin

Среди отечественных разработок можно выделить несколько контроллеров, обладающих аналогичными параметрами и хорошо зарекомендовавших себя на практике.

Наиболее полно функциональные возможности станции управления СКН реализуются контроллером «Орион-НТ» (ООО «АЯКС лаб», Ульяновск) в составе с датчиком динамометрирования ДДС-04. Контроллер «Орион-НТ» (рисунок 3) обеспечивает весь набор необходимых функций управления скважиной – измерение и передачу динамограмм на диспетчерский пункт по радиоканалу, получение с диспетчерского пункта команд управления электроприводом. Контроллер не снабжен дисплеем и клавиатурой, так как их постоянное присутствие в контроллере является, как мы уже говорили, избыточным и в принципе для телеметрических систем не нужно.

Для настройки режима работы и ввода отдельных параметров в контроллер непосредственно на скважине отечественные разработчики предлагают использовать дешевые и простые в эксплуатации портативные модули с функциями карманных переносных компьютеров (КПК, МСИ). Благодаря всему этому сам контроллер становится значительно проще и дешевле. Его функциональные возможности еще более расширяются в случае применения интеллектуальных цифровых датчиков динамометрирования типа ДДС-04, программное обеспечение которого обеспечивает самостоятельное формирование массива динамограммы и его предварительного анализа.

На наш взгляд применение дорогих и функционально насыщенных контроллеров, таких как «SAM Well Manager» фирмы «Lufkin», позволяющих автономно управлять скважиной, было обосновано раньше, когда системы передачи данных по радиоканалу были малодоступными и дорогостоящими для массового оснащения ими большого числа скважин. В настоящее же время осуществлять полную обработку данных с динамографов и других датчиков непосредственно на скважине в контроллере с ограниченными вычислительными ресурсами не совсем целесообразно. Рассчитывать оптимальный режим работы привода ШГН с учетом всей технологической информации о скважине рационально на мощном ЭВМ диспетчерского пункта.

Контроль энергетических параметров насосной установки в контроллере «SAM Well Manager» производится косвенным путем с помощью дополнительного датчика Холла, измеряющего частоту вращения вала электродвигателя. Используя паспортную механическую характеристику асинхронного двигателя, по совокупности скорости вращения вала электродвигателя и положения кривошипа вычисляют механический момент на валу двигателя.

В отечественных системах, как правило, осуществляется прямой контроль электрической мощности датчиками ваттметрирования. Это позволяет контролировать электрические параметры отдельно по 3 фазам (ток, напряжение, мощность, коэффициент мощности, потребляемую электроэнергию). По измеренным ваттметрограммам определяется уровень сбалансированности привода насосной установки, нагрузку на вал электродвигателя и ряд других параметров. Такой контроль энергетических параметров очевидно

является более информативным, чем косвенный метод их определения по параметрам вращения вала электродвигателя и кривошипа.

Кроме того, контроллер «Орион-НТ» обеспечивает возможность подключения к нему счетчика количества жидкости СКЖ, а также предусматривает реализации функции управления частотным преобразователем и защитного отключения электродвигателя.

Можно сделать вывод, что контроллеры «SAM Well Manager» и «Орион-НТ» практически одинаково выполняют все необходимые функции управления скважинами. Однако контроллер «Орион-НТ» в совокупности с более современными цифровыми датчиками динамометрирования больше адаптирован к нашим условиям (климатическое исполнение, температурный диапазон, состав подключаемых датчиков).

3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Следует отметить, что существует большое количество программ для анализа динамограмм. Обычно к каждому динамографу производители поставляют свое программное обеспечение (ПО). Можно привести примеры таких программ как EDWin (ООО «Микон»), БД «СИАМ» с расчетным модулем «TestSGNU» (ТНПВО «Сиам»), ПО комплекса программно-технической средств «Мега» (НПФ «Интек»), Dinamograph (НПП «Грант», Уфа) и др.

Основное назначение всех программ – анализ динамограмм с целью определения состояния наземного и глубинного оборудования, режима работы установки, а также оценка производительности скважин. В данной статье мы попробуем сравнить возможности двух программ - XSPOC (США) и Dinamograph (НПП «Грант», Уфа).

Программное обеспечение *XSPOC* разработано фирмой Theta Enterprises (США) и поставляются соответственно в составе систем динамометрирования SAM WELL MANAGER (США). Оно является универсальным и поддерживает работу практически со всеми контроллерами ШГН, выпускаемыми в США, и в том числе с разработками фирмы Lufkin.

XSPOC – это больше чем просто программа анализа динамограмм. Это ПО системы автоматизации скважин нефтепромысла. Интерфейс XSPOC имеет функции управления электроприводом скважины, такие как «Включить», «Выключить», «Измерить динамограмму».

Кроме того, XSPOC – это система клиент-сервер, позволяющая создавать распределенную сеть с центральным сервером и клиентскими местами. Однако XSPOC не имеет функций совместной работы с корпоративными сетями российских нефтяных компаний, таких как «АРМИТС» ОАО «Татнефть».

Программное обеспечение *Dinamograph* разработано НПП «Грант» (Уфа). Программа ориентирована на работу в составе корпоративных сетей нефтяных компаний, таких как АРМИТС в ОАО «Татнефть», имеет модули конвертации динамограмм в базу данных АРМИТС. Передача ко-

манд и прием измеренной информации осуществляется ПО диспетчерского пункта (рисунки 7 и 8).

21.03.2008 10:26:08

Ред. КП	Стон	Настройки	Объекты нефтепромысла ЦДНГ-1 НГДУ Бавлынефть										Выход														
кп 01:0 [?]	БГ 101	КО	ГЗУ 7250	HL10	ААА	СКВ 246	8A1	ФС	СКВ 41Д	81	А	С	СКВ 778	9H	А	С											
кп 02:0 [?]	БГ 102	КО	ГЗУ 7339	HV5	А0	А	СКВ 247	8B1	Ф140-02С	СКВ 428А	АС1	А	О	УД	СКВ 779	9I	С										
кп 03:0 [?]	БГ 199	HU	Д_УПС 102	KP1	2	3	4	СКВ 255	9D1	АА	СКВ 429	83	1	Ф140-05П	СКВ 781К	KH1	С										
кп 04:0 [?]	БГ 1М	HN	Д_УПС 163	HA1	2	А	1	СКВ 257	65	1	А	?	СКВ 42К	KM	А	С											
кп 05:0 [?]	БГ 3М	HE	ДНС 10Д	91	1	2	А	СКВ 257Д	b4	1	А	С	СКВ 431гр	M8	А	А	демон	СКВ 797К	KM	С							
кп 06:0 [?]	БГ 4К	KT	ДНС 109	91	3	4	А	СКВ 2699	SS1	А	А	ДЛ1	СКВ 432	AD	1	А	СТУЛ	СКВ 798К	KM	С							
кп 07:0 [?]	БГ 4М	HF	КНС 163	HV1	2	3	А	СКВ 279	1F	1	А	А	А	CL	СКВ 446	82	1	?	?	А	А	С	СКВ 8173	BK1	А	А	ддсБ
кп 08:0 [?]	БГ 5М	HV	СКВ 10	9C	1	?	?	А	А	СКВ 27К	K9	1	А	А	СКВ 450	9K	1	С	СКВ 820К	KM	?	С					
кп 09:0 [?]	БГ 6М	HP	СКВ 102	5F	1	А	С	СКВ 280	8C	1	А	Барс	СКВ 451	96	1	С	СКВ 974	99	1	А	А	CL					
кп 10:0 [?]	БГ 769K	KG	СКВ 1059	3F	1	А	А	L	СКВ 295Д	b4	1	Дем скв	СКВ 479	3G	1	?	?	А	А	СКВ L1	1	1	1	1	1		
кп 11:0 [?]	БКНС 163	HC	СКВ 105Д	0H	1	Ф	СКВ 296	5S	1	Д	СКВ 487	62	1	А	А	сол.в	СКВ ППД	73									
кп 12:0 [?]	БКНС РЕДАМС	1	СКВ 1061	3L	1	А	ддсL	СКВ 301	3X	1	А	CL	СКВ 488	0E	1	Д	Вр дем	СКВ ЦГ	zz								
кп 13:0 [?]	ГЗУ 1072	4A	СКВ 1063	3N	1	А	А	ддсL	СКВ 302	3Y	1	А	Барс	СКВ 501	BI	1	?	СБддс	СКВ ЦМ	M6							
кп 14:0 [?]	ГЗУ 1102	4B	СКВ 1066	93	С	СКВ 305А	3P	1	ддсL1	СКВ 501ГР	BA	А	А	РИНГ	ТР База	27	А	А									
кп 15:0 [?]	ГЗУ 144	H4	СКВ 1068	9B	1	С	СКВ 315А	32	1	А	С	СКВ 502	BG	А	А	А	Блдс										
кп 16:0 [?]	ГЗУ 154	HG	СКВ 107	05	1	Ф	СКВ 318	5C	1	С	СКВ 507	BF	А	А	ФБ демон												
кп 17:0 [?]	ГЗУ 156	HI	СКВ 1077	92	А	С	СКВ 324	5G	1	А	Д	СКВ 509	8G	1	А	С											
кп 18:0 [?]	ГЗУ 164	HM	СКВ 1094	8D	1	С	СКВ 3327	33	1	?	А	А	А	СКВ 515	BC	1	А	А	БС								
кп 19:0 [?]	ГЗУ 170	HR	СКВ 1100	11	1	А	А	СКВ 3337	9M	1	?	А	А	А	СКВ 521	4E	1	Ф									
кп 20:0 [?]	ГЗУ 176	HD	СКВ 1111	94	1	С	СКВ 3516	3R	1	ддсL1	СКВ 557	b4	1	А	С												
кп 21:0 [?]	ГЗУ 180	HO	СКВ 1115	8F	1	А	С	СКВ 3517Г	3S	1	А	С	СКВ 56Д	KE	1	?	А	А	А	SC							
кп 22:0 [?]	ГЗУ 187	HK	СКВ 114	1C	1	ддс	ТУ	СКВ 3535Г	3K	С	СКВ 57К	KF	1	С													
кп 23:0 [?]	ГЗУ 199	HT	СКВ 123Д	KC	1	Д	СКВ 3550	17	Д	СКВ 602	5N	1	?	А	А	SCADA											
кп 24:0 [?]	ГЗУ 232	OC	СКВ 1255	02	1	Ф	СКВ 3561	17	1	Д	СКВ 625	0D	1	Д													
кп 25:0 [?]	ГЗУ 28K	KR	СКВ 133	03	1	А	А	С	СКВ 361	30	1	А	А	С	СКВ 63К	KI	1	Д									
кп 26:0 [?]	ГЗУ 39	93	СКВ 134	BD	1	А	А	СБ	СКВ 362	3C	А	А	С	СКВ 656	1	А	А										
кп 27:0 [?]	ГЗУ 396	01	СКВ 139	VB	1	А	А	БФС	СКВ 364	5H	А	А	С	СКВ 696K	KD	1	Д										
кп 28:0 [?]	ГЗУ 41	81	СКВ 151	BE	1	А	А	БС	СКВ 372	19	1	А	А	Сту	СКВ 708K	KA	С										
кп 29:0 [?]	ГЗУ 42	8B	СКВ 179	HN	1	А	А	СКВ 383	85	1	А	А	А	СКВ 709K	KA	1	А	С									
кп 30:0 [?]	ГЗУ 44	8J	СКВ 2	M6	1	?	?	А	СКВ 390	89	1	А	А	?	А	Д	С	демон									
кп 31:0 [?]	ГЗУ 494	0B	СКВ 207	9S	1	С	СКВ 393	8K	1	А	CL	СКВ 725K	KA	1	Ф	С											
кп 32:0 [?]	ГЗУ 4A	KT	СКВ 208	9T	1	А	С	СКВ 403Д	4D	1	А	С	СКВ 726K	KV	1	Д											
кп 33:0 [?]	ГЗУ 4K	KS	СКВ 209	9E	1	Ф	демон	СКВ 408А	AB	1	СТУД	СКВ 7377	HV	1	А	туС											
кп 34:0 [?]	ГЗУ 548Д	9R	СКВ 212	90	1	А	С	СКВ 412Д	4C	1	А	С	СКВ 7379	HV	А	Плугон											
кп 35:0 [?]	ГЗУ 7222	HO	СКВ 220	0K	1	?	А	А	СКВ 412К	KK	1	А	С	СКВ 743K	KL	1	Д	Дельта									
кп 36:0 [?]	ГЗУ 7240	HS	СКВ 238	1J	1	ддс	L	СКВ 419	MM	1	А	А	Сту	СКВ 777	9J	1	А	Д	С								

Рисунок 7 – Окно просмотра объектов ЦДНГ-1 НГДУ «Бавлынефть», автоматизированных контроллерами «Орион-НТ»

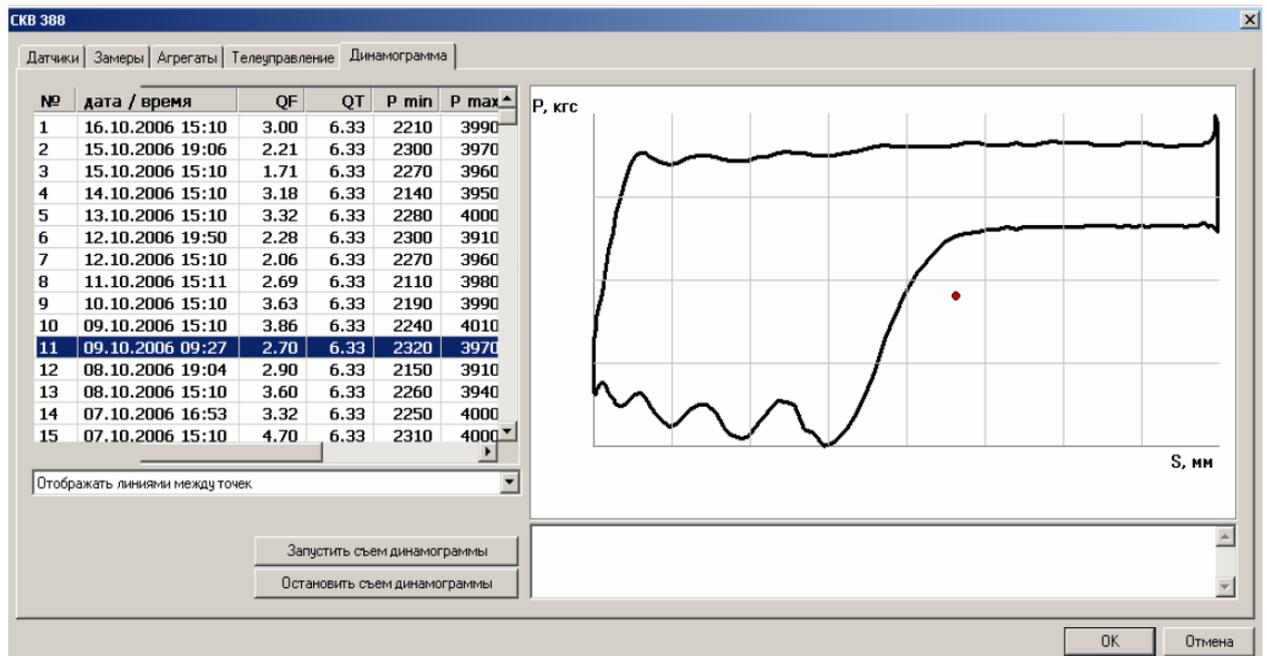


Рисунок 8 – Окно предварительного просмотра переданных со скважины динамограмм

Таким образом, можно сказать, что ПО Dinamograph имеет более узкую специализацию, чем XSPOC. Если XSPOC – это система автоматизации скважин и серверная сеть, то ПО Dinamograph – это просто пакет в составе АСУ ТП для накопления, архивирования и анализа динамограмм, предназначенный для работы в корпоративных сетях с различными системами автоматизации.

3.1 Выполняемые функции

Как уже отмечалось выше, основная функция этих программ – анализ, обработка и накопление динамограмм. В связи с этим обе программы XSPOC и Dinamograph выполняют аналогичные функции:

- создание архивов динамограмм по скважинам;
- анализ динамограмм, диагностика неисправностей;
- наложение динамограмм, снятых в разное время;
- расчет дебита скважины по динамограммам.

Помимо этого, XSPOC, как система автоматизации скважин, обладает дополнительными функциями, среди которых:

- дистанционное управление скважинами (включение и отключение);
- автоматический опрос динамограмм со скважин нефтепромысла;
- задание на динамограмме контрольной «точки срыва подачи»;
- журналы работы и отказов скважин;
- поддержка скважин с периодической эксплуатацией (учет времени работы и времени простоя);
- оценка сбалансированности противовесов станка-качалки;
- расчет потребляемой электроэнергии и ее стоимости.

В отечественных системах автоматизации (например, на контроллерах «Орион-НТ») эти функции (кроме трех последних) также реализуются. Однако здесь следует отметить, что оценку сбалансированности противовесов станка-качалки в отечественной практике проводят на основе анализа ватт-метрограмм, что достаточно просто сегодня может быть реализовано как самим контроллером (АСУС-02, НПФ «Экос»), так и путем использования специального блока (ДВТ-02, ЗАО «Линт»). Это как мы говорили является более корректным, чем косвенные методы вычисления мощности, заложенные в программе XSPOC.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что практически все необходимые функции, заложенные в XSPOC, реализуются также и в отечественных системах.

3.2 Меню, интерфейс, представление данных

Сравнивая обе программы надо признать, что по удобству и наглядности интерфейса программа XSPOC несколько выигрывает. Меню скважин в ней имеет древовидную структуру «НГДУ-ЦДНГ-скважина» (рисунок 9).

Имеется возможность графической интерпретации структуры глубинного оборудования, динамического уровня жидкости и ряда других параметров скважины (рисунки 10 и 11).

Также обращают на себя внимание удачные иконки программы для функций балансировки, анализа динамограмм, пуска-останова станка-качалки и настройки радиосвязи (рисунок 12).

В плане удобства работы с программой и наглядности представления информации ПО отечественных разработчиков и в том числе "Dinamograph" в некоторой степени проигрывают XSPOC. Это обусловлено прежде всего тем, что зарубежные фирмы занимаются разработкой и совершенствованием программ в течении длительного времени.

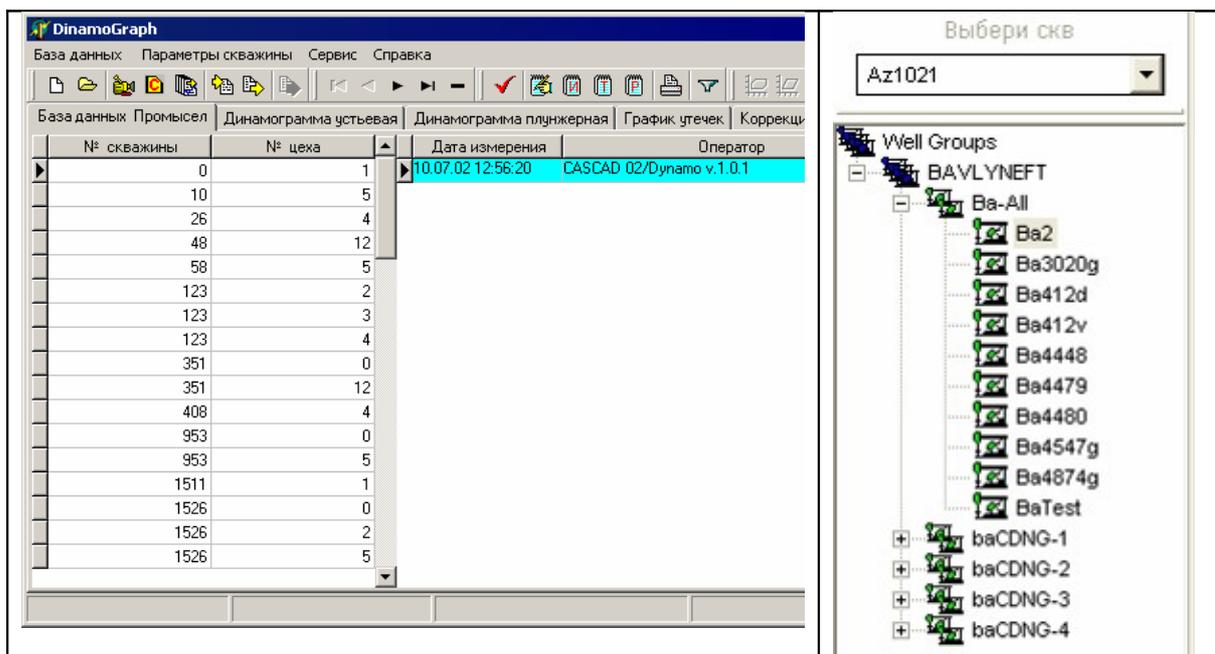


Рисунок 9 – Меню скважин ПО Dinamograph и XSPOC

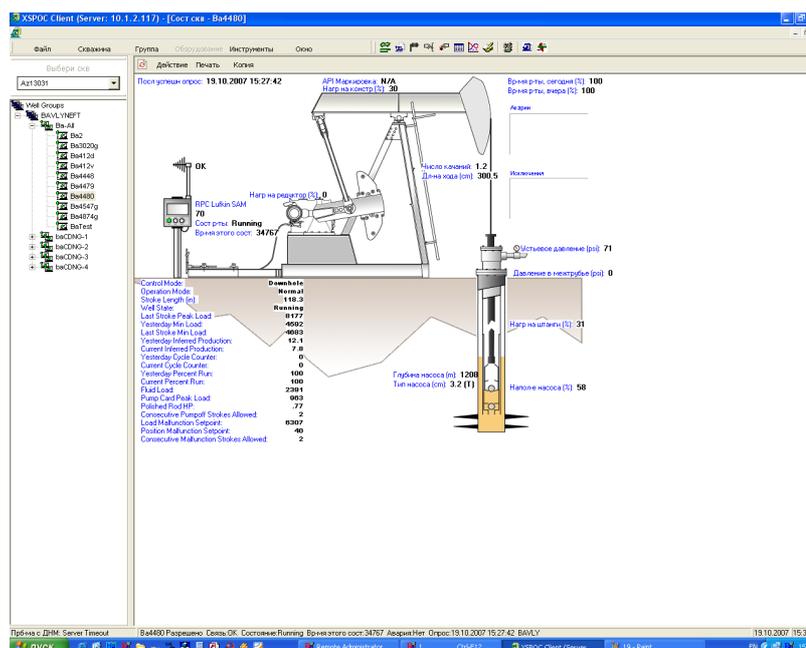


Рисунок 10 – Графическое отображение всех параметров установки в XSPOC

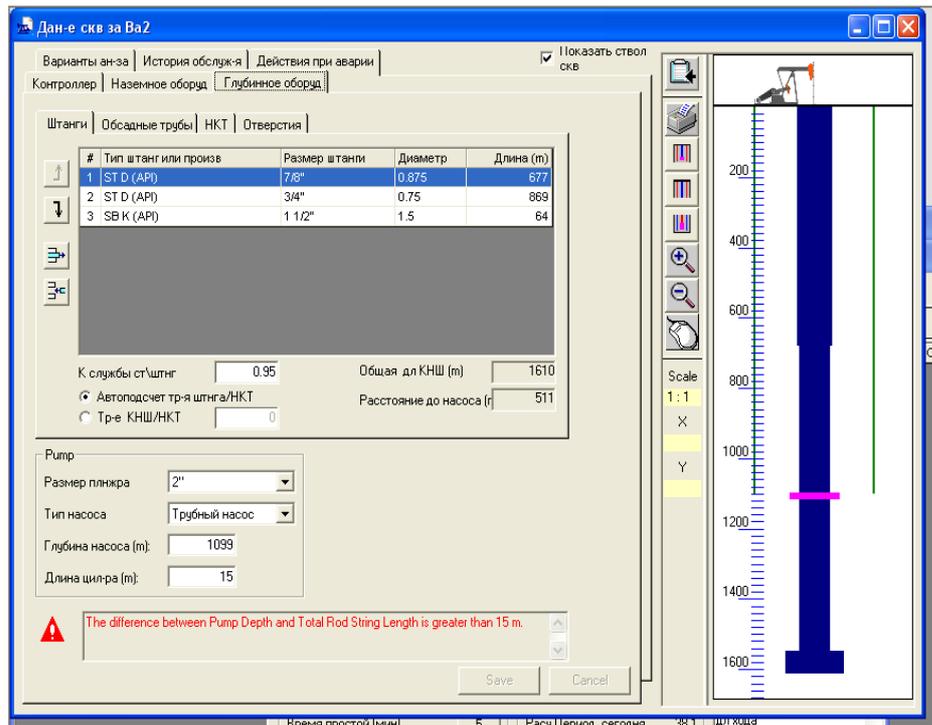


Рисунок 11 – Графическое отображение конфигурации глубинного оборудования в XSPC

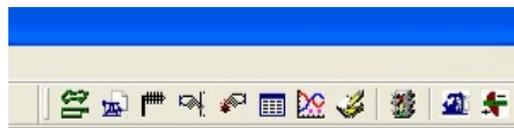


Рисунок 12 – Иконки для функций настройки радиосвязи, управления электроприводом, диагностики и балансировки в XSPC

3.3 Анализ динамограмм

Рассмотрим типовые неисправности и характерные режимы работы оборудования, диагностируемые обеими программами.

ПО Dinamograph позволяет определять 16 типовых форм динамограмм. Полный список неисправностей, диагностируемых XSPC, к сожалению нам не известен, но можно допустить, что он аналогичен - все типовые формы динамограмм подробно и широко описаны в литературе [5].

В таблице 1 приводится список характерных динамограмм ПО Dinamograph, а также их англоязычное написание в XSPC. Известен ряд признаков, которые отсутствуют в ПО Dinamograph (таблица 2). Среди них можно выделить три: «удар плунжера», «течь в НКТ» и «движение НКТ», которые не выделены в нашей литературе и соответственно не используются на практике.

Таблица 1 – Список диагностируемых режимов ПО Dinamograph

	Dinamograph	XSPOC (англ.)
1	Нормальная работа насоса	
2	Насос не работает из-за грязи	<i>Fouled Pumps</i>
3	Утечки в нагнетательном клапане	<i>SV Problems</i>
4	Утечки в приемном клапане	<i>TV Problems</i>
5	Отложения парафина	
6	Высокая посадка плунжера	<i>Over Travel</i>
7	Низкая посадка плунжера	<i>Under Travel</i>
8	Задания плунжера в конце хода	<i>Pump Sticking</i>
9	Недостаточный приток	
10	Влияние пластового газа	<i>Gas Interference</i>
11	Периодический срыв подачи пластовым газом высокого давления	<i>Pump-off</i>
12	Прихват плунжера для трубного насоса	
13	Утечки в приемной и нагнетательной части насоса	<i>Pump Leakage</i>
14	Прихват плунжера для вставного насоса	
15	Выход плунжера из насоса	
16	Обрыв штанг	<i>Loose Tubing Anchor</i>

Таблица 2 – Неисправности, диагностируемые только в XSPOC

1	Удар плунжера
2	Течь в НКТ
3	Движение НКТ

3.4 Расчет дебита

Методика расчета дебита скважины по динамограммам также хорошо известна из литературы. Однако, при этом необходимо учитывать много факторов, которые обычно априорно известны очень приблизительно: наличие утечек, коэффициент подачи, коэффициент дегазации и другие.

Какие особенности определения дебита имеются в XSPOC?

Первая особенность – это поддержка периодического режима эксплуатации скважины и в соответствии с этим возможность коррекции вычисления суточного дебита с учетом простоя скважины.

Вторая особенность – это возможность ввода в программу данных по отдельной производительности скважины по газу, воде и нефти. С этими данными программа позволяет вычислить текущую производительность скважины по каждому из этих компонентов. Однако надо сказать, что такая методика определения производительности скважины по каждому из трех компонентов у нас не утверждена и поэтому не принята к применению.

Вместе с тем, использование результатов динамометрирования для оценки производительности по жидкости реализована практически во всех наших программных продуктах и в том числе в Dinamograph.

Более того, поскольку определение дебита по динамограмме вопрос достаточно сложный и не имеющий однозначного решения, то исходя из этого в программе Dinamograph заложено несколько методик расчета – по эффективной длине хода, по плунжерной и теоретической динамограммам. Пользователь может сам определить, какая из методик дает более достоверный результат для данной скважины, и в дальнейшем использовать только ее.

3.5 Создание отчетов по исследованию скважин

Форма отчета по исследованию скважин в ПО Dinamograph разрабатывалась в тесном сотрудничестве с геологами АНК «Башнефть» и ОАО «Татнефть» и поэтому максимально удовлетворяет их запросам (рисунок 13). В отчете содержится рисунок динамограммы и минимальный набор только самых необходимых данных. В меню формирования отчета имеется возможность гибко изменять количество исследований, помещаемых на одном листе бумаги, размер окна, отводимого на каждую скважину и другие параметры.

Еще одно достоинство программы Dinamograph – возможность конвертации измеренных динамограмм в формат корпоративной сети АРМИТС ОАО «Татнефть».

Если внимательно присмотреться к отчету программы XSPOC (рисунок 14), то мы увидим, что он содержит очень много текстовой информации и около 80% полей данных либо содержат 0, либо вообще не определены (N/A). Кроме того, в отчете используется американская система единиц измерения, а многие фразы переведены на русский язык неправильно.

По нашему мнению, формат отчета ПО Dinamograph значительно информативнее и удобнее для использования, чем отчет XSPOC, по крайней мере с учетом уже наработанных традиций производителей.

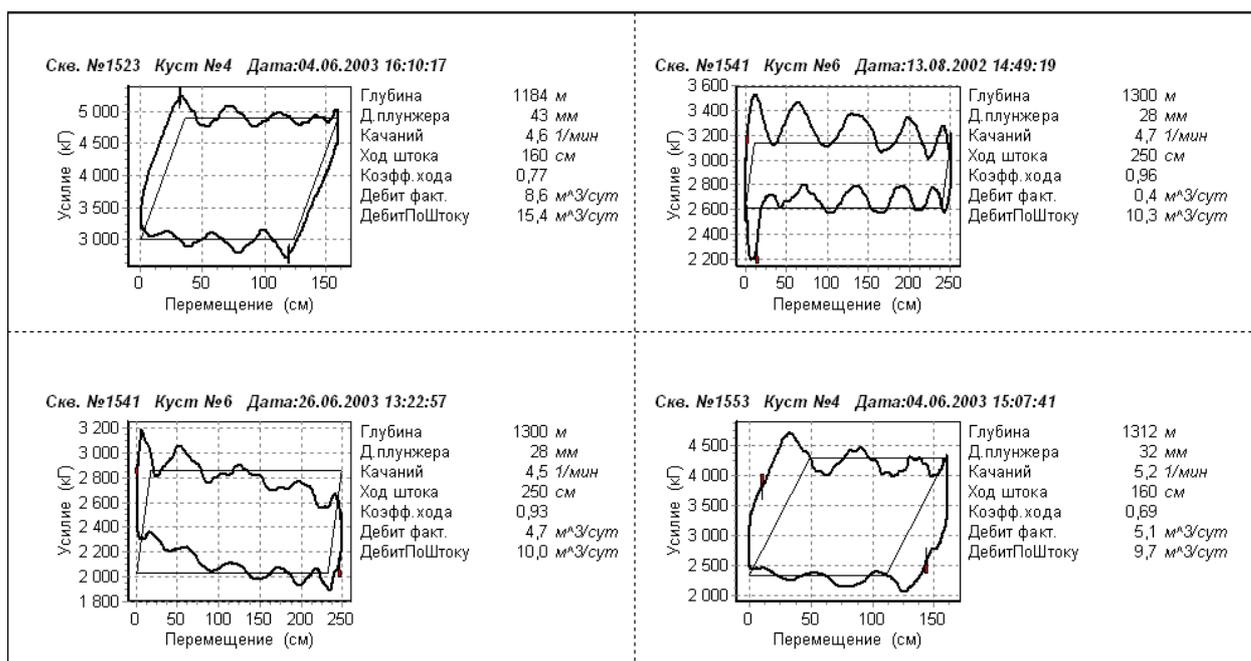


Рисунок 13 – Отчет по исследованию скважин в ПО Dinamograph_СМЕ

Отчет ан-за скв

Ва2

Дата Отчета 10.19.2007 3:16 PM Дата карты 9.30.2007 1:05 AM

Введ данных				Расчет рез-тов			
Данные скв				Данные скв			
Вр работы (часы):	24	Дата пслд\теста:	N/A	Мах нагр на п\шток	12440	Min нагр на п\шток	7768
Число качаний:	3.4	Добыча нефти (brpd):	0	Клд системы	0%	Min треб мотор л.с.:	0
Назем/ Ход (см):	236.2	Брут добычи (brpd):	0	Вес НКТ с плавучестью	9511	П\шток л.с.:	1.3
Давл в НКТ (psi):	0	Темп жид (°F):	0	Вес сухой штанги (lbs):	10848	Нагр на констр СКН:	49%
Давл в затрубье	0	Уровень жид от пов	1099	Нагр трения насоса	843	Нагр на редуктор:	0%
Перф скв\вверху	0	Ур\жид над насосом (m):	0	Нагр откченной жид	4770	Мах нагр на штнг:	35%
Перф скв\внизу	0						
Свойства жид		Двигатель и ваттметр		Ан-з кр\мом и потр э\э			
Сод. воды:	0%	Цена Э/Э \$/кВтч:	N/A	Баланс по	Баланс по	Существующий	
Уд\вес воды:	1.0	Тип:	NEMA	min э\э	min кр\мом		
Уд.вес	14.0	Мощность	22	Мах кр\мом редуктора (фунт):	0	0	0
Уд\вес жид:	0.973			Нагр на редуктор:	0%	0%	0%
СКН				К циклической нагр:	0.00	0.00	0
Размер в	Ampscot Conventional (C-320-256-100)			мак мом п\веса\мом в фмнтау:	503	440	0
Отверстие к-шпа # 1 (из	1			Действие п\веса (lbs):	0	0	0
Расчет дл хода (см):	236.22			Сут потр э\э (кВтч):	0	0	0
Вращ вправо по ч\стр	CCW			Мес Счет за э\э:	\$0	\$0	\$0
Мах Мом П\веса\Мом в	N/A			Цена э\э на ед\доб:	\$0.000	\$0.000	0
Инф о НКТ и насосе				Расчет НКТ, насоса и Плнжр			

Рисунок 14 – Отчет по исследованию скважины в XSPOC

3.6 Перевод ПО XSPOC на русский язык

Даже при первом опыте работы с программы XSPOC видно, что перевод на русский язык не доведен до конца, и в нынешнем виде ею пользоваться крайне неудобно.

Во-первых, как мы уже указывали, в программе используется принятая в США система единиц измерения: динамограммы строятся в осях дюйм-фунты, температура измеряется в градусах Фаренгейта, давление в фунтах на квадратный дюйм (psi), цена электроэнергии указывается в долларах, дебит в баррелях в день, дата в формате ММ-ДД-ГГ и так далее.

Во-вторых, перевод, по видимому, делался людьми без специального технического образования, в программе встречается много непонятных фраз: «Отчет ан-за СКВ», «Брут добычи», «Вес НКТ с плавучестью», «Нагр откченной жид», «Вращ вправо по ч\стр». Встречаются фразы, переведенные на русский язык только наполовину: «Уровень жид в 607 m from surface»!

ПО XSPOC переведено на русский язык в недостаточном объеме, и его использование крайне проблематично.

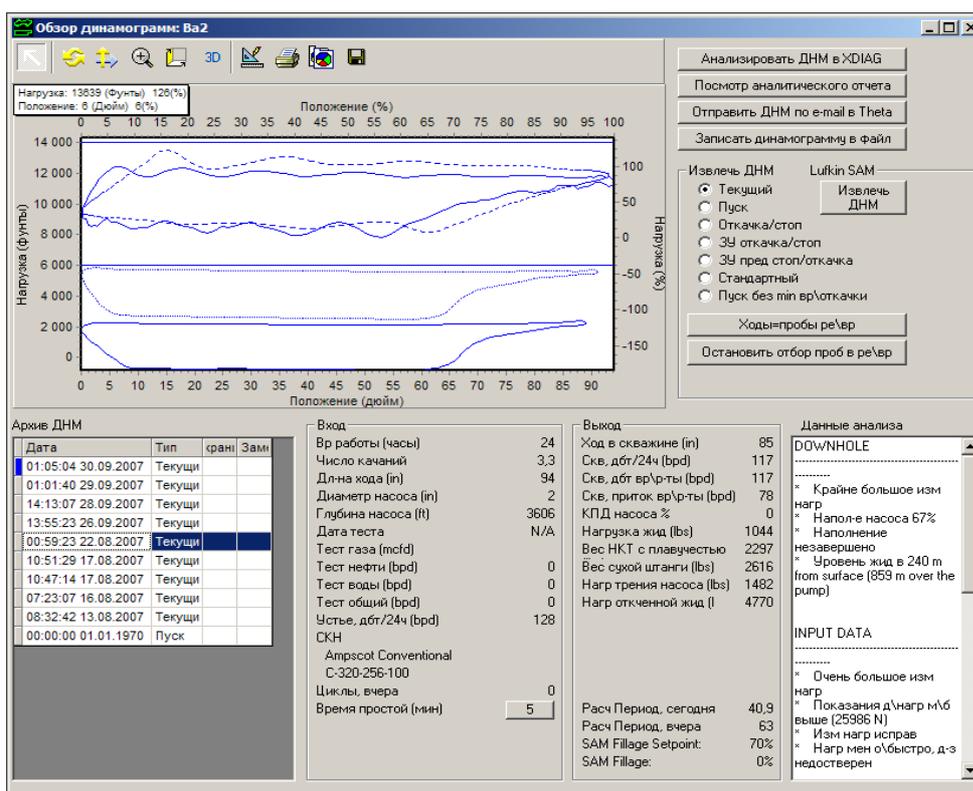
3.7 Сопоставление одинаковых динамограмм в ПО XSPOC и Dinamograph

В течение месяца на скважине №2 НГДУ «Бавлынефть» ОАО «Татнефть» проводился эксперимент по сравнению динамограмм обоими программами. На скважине установлен датчик усилия LoadTrol и контроллер

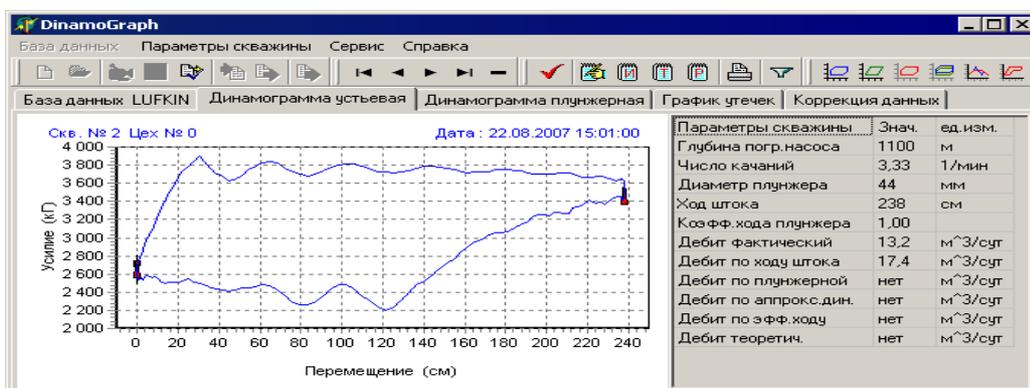
SAM WELL MANAGER фирмы «Lufkin automation». Измеренные динамограммы конвертировались в форматы обеих программ верхнего уровня – XSPOC и Dinamograph. Динамограммы со скважины №2 показаны на рисунке 15.

Анализируя обе динамограммы можно сделать вывод, что:

- они совпадают по форме и нагрузкам;
- число качаний также совпадает и равно 3,33 в минуту;
- дебит, рассчитанный в программе Dinamograph (17,4 м³/сут. или 109,4 баррель/сут) и в XSPOC (18,6 м³/сут. или 117 баррель/сут) отличается всего лишь на 6,5 %.



а) экран программы XSPOC



б) экран программы Dinamograph

Рисунок 12 – Динамограммы скважины №2, представленные в двух программах анализа

ВЫВОДЫ

Из представленных материалов можно сделать следующие выводы:

- элементы системы “Lufkin automation” достаточно надежны и удобны в эксплуатации, так как отработаны уже на протяжении десятков лет;
- контроллер SAM WELL MANAGER имеет очень развитые функциональные возможности и может управлять скважиной автономно, без сети передачи данных, что в какой-то степени является избыточным при принятом у нас подходе передачи информации на диспетчерский пункт ;
- в системе “Lufkin automation” используются пассивные датчики усилия, что затруднит в дальнейшем их обслуживание и ремонт (методики их настройки и ремонта отсутствуют);
- программное обеспечение XSPOC имеет очень много возможностей, но некачественный перевод на русский язык не позволяет его использовать в полном объеме;
- по основным функциональным возможностям отечественные системы не уступают импортным, а организация их обслуживания во время эксплуатации и ремонта значительно проще и думается заметно дешевле, поскольку может быть осуществлена собственными специалистами;
- использование современных интеллектуальных микропроцессорных датчики с цифровым интерфейсом, таких как ДДС-04 значительно повышает функциональные возможности и информативность систем, повышает их надежность в эксплуатации и удобство в обслуживании;
- экономическая целесообразность внедрения импортных систем автоматизации скважин, оборудованных ШГН, вызывает сомнения и прежде всего из-за их чрезмерной стоимости и не адаптированности к нашим условиям эксплуатации и последующего обслуживания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. <http://lufkinautomation.com/loadcell2.asp>
2. http://lufkinautomation.com/downloads/brochures/LUF614_D_RPC_f.pdf
3. Installation of Pump-off Control Technology in Goldsmith-Cummins Deep Unit // www.marietta.edu/~catalant/Project4Petro2.pdf
4. [Load Cell Error](http://interfaceforce.com/supporttheory/pdfs/loadcellerror.pdf) // <http://interfaceforce.com/supporttheory/pdfs/loadcellerror.pdf>
5. Тахаутдинов Ш.Ф. и др. Обработка практических динамограмм на ПЭВМ.- Казань: Новое Знание, 1997.- 76 с.