

УДК 622.276.054.23

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ УЭЦН  
НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НГДУ «КАТАНГЛИНЕФТЕГАЗ»**

**ANALYSIS OF IMPLEMENTATION EFFICIENCY  
OF ELECTRIC CENTRIFUGAL PUMPS  
AT THE FIELDS OF OIL AND GAS PRODUCTION DEPARTMENT  
«KATANGLINEFTEGAZ»**

**Лапотников Андрей Геннадьевич**

инженер по эксплуатации нефтегазопроводов  
отдела эксплуатации нефтегазопроводов  
и газораспределительных станций  
обособленного подразделения,  
Управление магистральных нефтегазопроводов,  
ООО «РН-Сахалинморнефтегаз»  
aplent@mail.ru

**Котельников Александр Сергеевич**

студент-магистрант,  
институт Нефти, газа и энергетики,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
9183315000@mail.ru

**Аннотация.** В статье проведён анализ работы скважин, эксплуатируемых УЭЦН, на месторождениях Монги, Мирзоева, Каурунани, Нижние и Восточные Даги. Описаны различные проблемы, возникающие при эксплуатации УЭЦН; причины, влекущие за собой проблемы, и их решения в других нефтегазодобывающих компаниях за счёт применения новых технологий. Приведён расчёт экономической эффективности применения УЭЦН.

**Ключевые слова:** установки электроцентробежных насосов; назначение УЭЦН; причины отказов УЭЦН; наработка на отказ; межремонтный период работы скважин; основные осложнения при эксплуатации УЭЦН; борьба с выносом механических примесей.

**Lapotnikov Andrey Gennadievich**

Engineer for the operation  
of oil and gas pipelines for the operation  
of oil and gas pipelines and gas  
distribution stations  
of a separate subdivision,  
Administration of Trunk  
Oil and Gas Pipelines,  
LLC «RN-Sakhalinmorneftegaz»  
aplent@mail.ru

**Kotelnikov Alexander Sergeevich**

Masters' student,  
Institute of Oil, Gas and Energy,  
Kuban state technological university  
9183315000@mail.ru

**Annotation.** The article analyzes the operation of the wells operated by the installation of electric centrifugal pumps at the fields of Mongi, Mirzoyev, Kaurunani, Lower and Eastern Dag. Various problems that arise in the operation of the installation of electric centrifugal pumps are described; reasons, causing problems, and their solutions in other oil and gas companies through the use of new technologies. The calculation of the economic efficiency of electric centrifugal pumps application is given.

**Keywords:** installation of electric centrifugal pumps; purpose of electric centrifugal pumps; causes of failures of electric centrifugal pumps; time to failure; overhaul period of well work; main complications in the operation of electric centrifugal pumps; control of removal of mechanical impurities.

**Введение**

Эксплуатация скважин установками погружных центробежных насосов (УЭЦН) является в настоящее время основным способом добычи нефти в России. За последние двадцать лет доля нефти, извлечённой на поверхность погружными центробежными насосами (ЭЦН), возросла с одной до двух третей от общей добычи нефти в стране. Эта тенденция, по всей видимости, сохранится и в будущем.

Эксплуатация скважин УЭЦН является в настоящее время основным способом добычи нефти из дебитных скважин месторождений НГДУ «Катанглинефтегаз». За последние годы доля нефти, извлечённой на поверхность ЭЦН, возросла до 32,5 % от общей добычи нефти по НГДУ. Также выполняется программа перевода скважин, эксплуатируемых газлифтом, на УЭЦН.

Однако на многих месторождениях работа серийных установок ЭЦН сталкивается с большими трудностями. Вредное влияние свободного газа, обильный вынос мехпримесей, фонтанирование по затрубному пространству, тяжёлый вывод на режим после глушения при подземных ремонтах, падение коэффициентов продуктивности скважин из-за глушения и низких забойных давлений – вот далеко не полный перечень осложняющих факторов при добыче нефти установками ЭЦН.

Режимы разработки нефтяных месторождений практически никогда не бывают стационарными. В НГДУ «Катанглинефтегаз» стоит большая проблема по определению динамических уровней, забойных давлений, коэффициента продуктивности пласта на скважинах, эксплуатируемых УЭЦН. Эти факторы влияют на подбор ЭЦН таким образом, чтобы он эффективно работал в скважине весь свой период эксплуатации от запуска до отказа.

В связи с этим повышение эффективности добычи нефти погружными центробежными насосами в осложнённых условиях является для НГДУ «Катанглинефтегаз» особо актуальной задачей. Одним из перспективных направлений её решения является проведение анализа работы фонда скважин УЭЦН, выявление причин, возникающих осложнений и пути их решения.

### Назначение УЭЦН

Установки погружных центробежных насосов предназначены для откачки из нефтяных скважин, в том числе и наклонных, пластовой жидкости, содержащей нефть, воду и газ, а также механические примеси. В зависимости от количества различных компонентов, содержащихся в откачиваемой жидкости, насосы установок имеют исполнение обычное и повышенной коррозионной износостойкости. При работе УЭЦН, где в откачиваемой жидкости концентрация мехпримесей превышает допустимую 0,1 г/л, происходит засорение насосов и интенсивный износ рабочих агрегатов. Как следствие, усиливается вибрация, происходит попадание воды в ПЭД по торцевым уплотнениям и перегрев двигателя, что приводит к отказу работы УЭЦН.

### Основные цели, поставленные в НГДУ «Катанглинефтегаз»

В последнее время наметилась устойчивая негативная тенденция к ухудшению условий эксплуатации скважин на месторождениях НГДУ «Катанглинефтегаз» вследствие вступления залежей с благоприятными геолого-промысловыми параметрами в позднюю стадию разработки и увеличения относительной доли добычи нефти из месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. Погружное насосное оборудование для эксплуатации скважин зачастую просто не может нормально работать в этих условиях и быстро выходит из строя.

Для надёжной работы насоса требуется его правильный подбор к данной скважине. При работе скважины постоянно меняются параметры пласта, призабойной зоны пласта, свойства отбираемой жидкости – содержание воды, количество попутного газа, количество механических примесей. Отсюда идёт недоотбор жидкости или работа насоса происходит вхолостую, что сокращает межремонтный период его работы.

На данный момент в НГДУ «Катанглинефтегаз» делается упор на увеличение отборов пластовой жидкости, перевод газлифтных скважин на УЭЦН и применение более надёжного оборудования для увеличения межремонтного периода, что позволит снизить затраты на подъём жидкости.

### Действующий фонд скважин, эксплуатируемых УЭЦН

На 01.01.2018 г. в НГДУ «Катанглинефтегаз» при действующем фонде – 450 скважин, на месторождения Монги, Мирзоева, Каурунани, Нижние Даги, Восточные Даги приходится 51 скважина, оборудованная УЭЦН, что составляет 11,3 % от всего фонда скважин НГДУ «КНГ» (рис. 1 и 2). На рисунке 3 приведено соотношение УЭЦН по производителям на 01.01.2018 г. Общий действующий фонд скважин, приходящийся на месторождения Монги, Мирзоева, Каурунани, Восточные и Нижние Даги (далее ЦДНГ-2) составляет 107 скважин. На рисунке 4 представлено процентное соотношение скважин, эксплуатируемых УЭЦН, к общему фонду скважин по ЦДНГ-2.

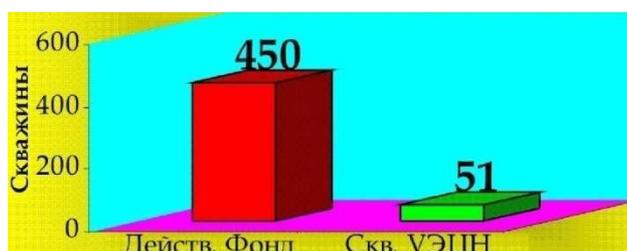


Рисунок 1 – Действующий фонд скважин НГДУ «Катанглинефтегаз» по состоянию на 01.01.2018 г.

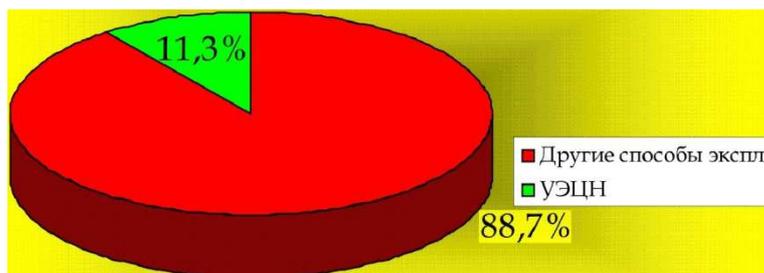


Рисунок 2 – Доля скважин, оборудованных УЭЦН, от всего фонда скважин НГДУ «Катанглинефтегаз» по состоянию на 01.01.2018 г.

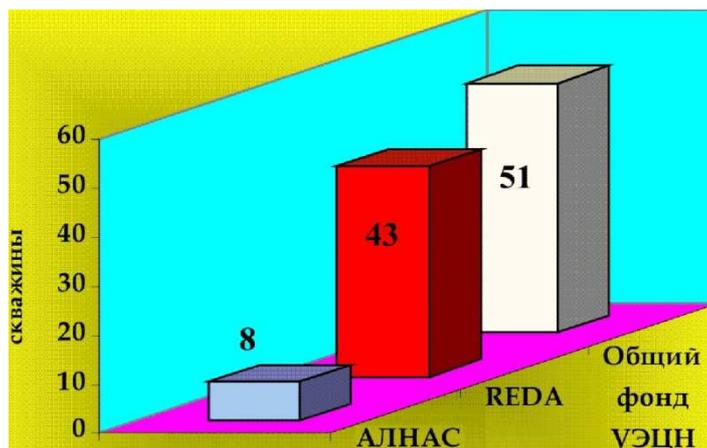


Рисунок 3 – Соотношение УЭЦН по производителям на 01.01.2018 г.

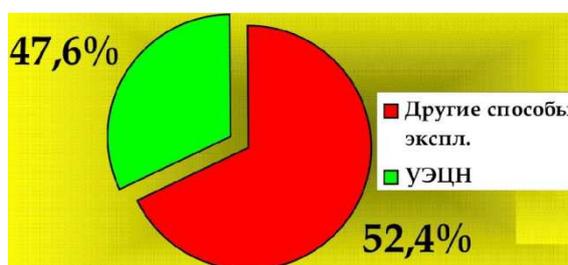


Рисунок 4 – Доля скважин, оборудованных УЭЦН, от всего фонда скважин ЦДНГ-2

### Добыча жидкости и нефти установками электроцентробежных насосов

Общая добыча жидкости и нефти по НГДУ «Катанглинефтегаз» за 2017 год составила 4405375 тонн и 671720 тонн соответственно (рис. 5), а по скважинам, оборудованным УЭЦН, месторождений ЦДНГ-2 за 2017 год добыто жидкости 1599272 тонн (36,3% от всей добычи) и 226047 тонн нефти (33,6 % от всей добычи) (рис. 6). Как видно из вышеизложенного, на добычу скважин, оборудованных УЭЦН, приходится треть всей добычи НГДУ «Катанглинефтегаз» (рис. 7).

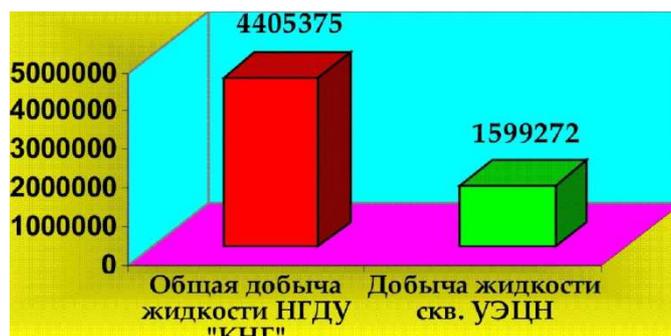


Рисунок 5 – Добыча жидкости по НГДУ «Катанглинефтегаз» за 2017 год



Рисунок 6 – Добыча нефти по НГДУ «Катанглинефтегаз» в целом и скважинами, оборудованными УЭЦН

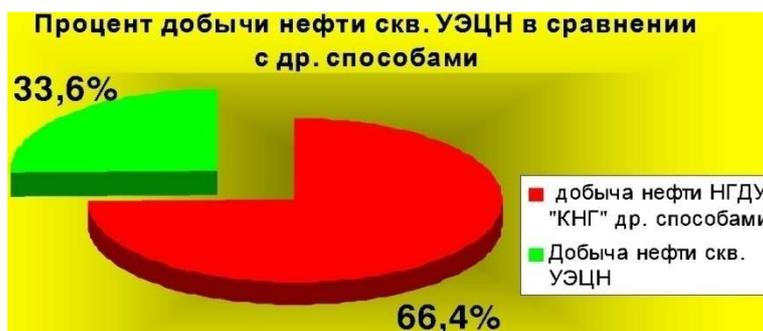


Рисунок 7 – Соотношение добычи нефти скважинами, оборудованными УЭЦН, с остальными способами эксплуатации в НГДУ «Катанглинефтегаз»

За 2017 год в НГДУ «Катанглинефтегаз» по способам добычи нефти было извлечено из недр земли следующее количество нефти:

Способ эксплуатации скважины	Добычи нефти за 2017 год, тыс. тонн
Фонтан	0,436
УЭЦН	226,047
ШГН	199,671
Газлифт	208,634
ЭВН	36,932

Соотношение объемов добычи нефти в разрезе способов эксплуатации скважин представлено на рисунках 8 и 9.



Рисунок 8 – Соотношение процентов добычи нефти по способам эксплуатации в НГДУ «Катанглинефтегаз» за 2017 год

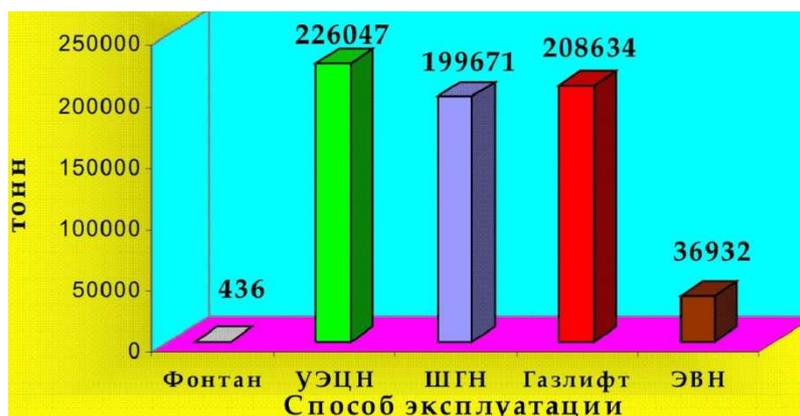


Рисунок 9 – Добыча нефти в НГДУ «Катанглинефтегаз» по способам эксплуатации за 2017 год

Как видно из рисунков, основными способами добычи нефти по НГДУ «Катанглинефтегаз» являются установки ЭЦН, газлифтные подъёмники и штанговые глубинные насосы (месторождение Катангли). На ближайшее время стоит задача перед специалистами НГДУ «Катанглинефтегаз» по переводу всех газлифтных скважин на УЭЦН. При достижении этой цели добыча нефти из скважин, эксплуатируемых УЭЦН, будет достигать более 60 % от всей добычи.

#### Причины отказов УЭЦН на месторождениях НГДУ «Катанглинефтегаз» за 2017 год

На скважинах, эксплуатируемых установками электроцентробежными насосами, в течение 2017 года произошло 87 отказов по различным причинам. Основными причинами отказов УЭЦН являются снижение сопротивления изоляции до «0», снижение подачи жидкости на устье скважины, заклинивание установок ЭЦН, на которые в сумме пришлось 74 отказа. Самыми значительными техническими факторами, влияющими на работу установок ЭЦН и являющимися причинами выхода их из строя, можно назвать механические повреждения кабеля, засорение примесями и электрические причины. Отсюда следует, что забивание мехпримесями является важным фактором, влияющим на срок службы насоса, а борьба с ними должна привести к увеличению межремонтного периода установки. На месторождении Монги пластовая жидкость содержит механические примеси от 50 до 1204 мг/л и более, что влияет на увеличение отказов работы УЭЦН. На месторождении Мирзоева механические примеси составляют от 98 до 520 мг/л.

Причины отказов УЭЦН за 2017 год для более наглядного представления изображены на рисунке 10.

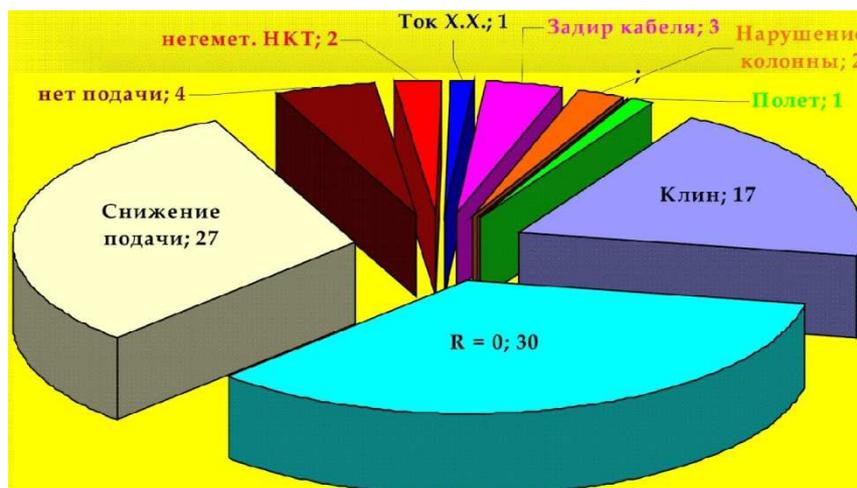


Рисунок 10 – Причины отказов УЭЦН в НГДУ «Катанглинефтегаз» за 2017 год

Основные причины выхода из строя УЭЦН происходят по разным факторам, таким как: содержание механических примесей, отключение, посадки электроэнергии,

человеческий фактор, нарушение эксплуатационной колонны, износ рабочих органов установок. Основные причины выхода из строя УЭЦН по влияющим на них факторам изображены на рисунках 11–13.



Рисунок 11 – Причины снижения сопротивления изоляции УЭЦН



Рисунок 12 – Причины снижения подачи УЭЦН



Рисунок 13 – Причины заклинивания УЭЦН

Основная причина заклинивания УЭЦН происходит вследствие забивания секций насоса песком, что влечёт к увеличению нагрузки, вибрации, слою валов и износу рабочих органов секций насоса.

### Технологические показатели добычи нефти (наработка на отказ, межремонтный период работы скважин)

Одновременное действие всех вышеперечисленных факторов, а также естественный износ оборудования УЭЦН сильно сказываются на технологических показателях добычи нефти и вызывают необходимость проведения дополнительных геолого-технических мероприятий для восстановления производительности скважин и увеличения МРП работы оборудования и наработки на отказ.

Так, в 2017 году наработка на отказ по фонду скважин УЭЦН составила 197 сут. против 121 сут. в 2014 году (рис. 14). Межремонтный период работы оборудования УЭЦН в 2017 году составил 301,5 сут. против 197,5 сут. в 2014 году. Увеличение наработки на отказ составило +76 сут., увеличение межремонтного периода работы скважин, оборудованных УЭЦН, составило +104 сут. Рост основных технологических показателей, в первую очередь, характеризуется началом внедрения установок ЭЦН марки REDA (рис. 15), которые по отношению к установкам марки АЛНАС являются более износостойкими к агрессивным средам, механическим примесям и термостойкими к пластовой температуре (месторождение Мирзоева). Для борьбы с вредным влиянием свободного газа на приём насоса дополнительно устанавливаются газосепаратор, либо диспергатор газа АГН.

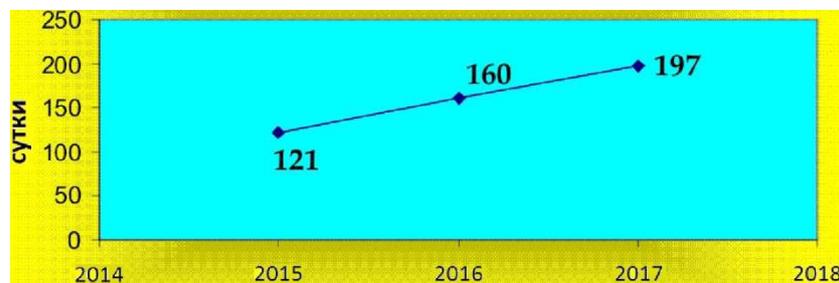


Рисунок 14 – Изменение наработки на отказ по скважинам УЭЦН



Рисунок 15 – Изменение наработки на отказ по фонду скважин, оборудованных УЭЦН

### Основные осложнения при эксплуатации УЭЦН, возникающие на месторождениях НГДУ «Катанглинефтегаз»

В сложных геолого-физических условиях основных объектов разработки месторождений эксплуатация скважин, оборудованных УЭЦН, происходит с различными трудностями. Основными видами осложнений являются:

- нарушение кабельной линии;
- наличие в продукции скважин большого количества механических примесей;
- снижение продуктивности пород призабойной зоны пласта по результатам проведения на скважинах ремонтов с предварительным глушением;
- невысокие показатели наработки на отказ и межремонтного периода работы УЭЦН;
- подготовка ствола скважины к спуску оборудования УЭЦН;
- отсутствие реальных данных по технологическим параметрам скважин;
- нестабильность по обеспечению электроэнергией.

## Предложения по увеличению производственных показателей добычи нефти

### ***Борьба с выносом механических примесей при помощи смолы «Геотерм»***

Одним из решений проблемы по уменьшению выноса механических примесей из пласта является проведение обработки призабойных зон скважин по креплению смолой «Геотерм». Данная смола применялась в НГДУ «Катанглинефтегаз» на трёх скважинах и показала положительный эффект на двух скважинах – снижение выноса мехпримесей (сокращение в 3 раза), увеличение МРП и снижение процента обводнённости (табл. 1).

Разработанные в ООО НПФ «Геотерм» ремонтно-изоляционные композиции позволяют повысить эффективность работ по ограничению водо- и пескопроявлений за счёт увеличения прочности и проницаемости образуемого коллектора с одновременным упрощением работ. Кроме того, предлагаемая методика позволяет снизить продолжительность ремонтных работ по извлечению противопесочного фильтра (ППФ), которого, как правило, в процессе эксплуатации присыпает песком, а также значительно увеличить межремонтный период работы скважин. Данная разработка позволяет в конечном итоге увеличить эффективность разработки месторождений.

Так, к примеру, в ООО «РН – Пурнефтегаз» по ограничению выноса песка выполнены работы на 130 скважинах Барсуковского, Комсомольского и Верхне-Пурпейского месторождений. На 120 скважинах работы достигли запланированного эффекта. Дополнительно к запланированному эффекту (снижению выноса песка в ствол скважины) в процессе проведения работ на 36 скважинах снижена обводнённость пластового флюида, на 35 скважинах увеличен дебит нефти, на 12 скважинах работы проводились непосредственно после выхода их из бурения и образования песчаных пробок в процессе первичного освоения. Работы по ликвидации ЗКЦ выполнены на 20 скважинах, на 4 из них работы проводились повторно; на 23 скважинах были проведены работы по ликвидации негерметичности эксплуатационных колонн, на 6 из них работы проводились повторно.

### ***Борьба с заклиниванием УЭЦН в результате засорения секций насоса механическими примесями***

В связи с частыми выходами в простой скважин по причине заклинивания установок вследствие обильного выноса песка одним из вариантов решения проблемы является внедрение входных моделей ЖНШ.

Щелевой фильтр ЖНШ предназначен для предотвращения попадания в рабочие органы насосных секций механических примесей с поперечным сечением частиц до 0,2 мм.

Особенностями фильтров являются следующие параметры:

- фильтрующие элементы не засоряются, обеспечивая высокий ресурс работы;
- низкий перепад давления при высоких расходных характеристиках;
- возможность многократного использования.

Основной элемент фильтра ЖНШ – это щелевые решётки, изготовленные из V-образной проволоки и концентрических опорных прутков, присоединённых к ней. Непрерывные отверстия сформированы так, что имеют две точки контакта с частицами у щелевого отверстия, что приводит к частичному раскалыванию крупных частиц об острые кромки проката треугольного профиля, что минимизирует засорение (рис. 16). Щелевой фильтр устанавливается между гидрозащитой и нижней насосной секцией.

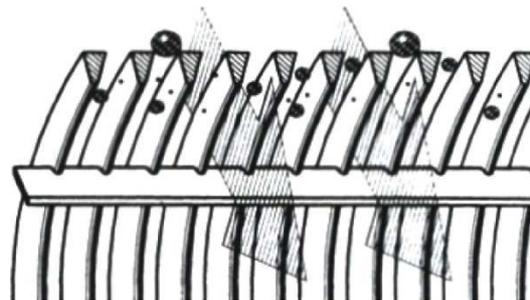


Рисунок 16 – Основной элемент фильтра ЖНШ

Таблица 1 – Параметры до и после проведения обработки «Геотерм» в НГДУ «Катанглинефтегаз»

№ скважины	Место-рождение	Интервал РП	Параметры до КРС					Параметры после КРС					Описание проведения КРС
			Qн	Qж	%	МРП	КВЧ	Qн	Qж	%	МРП	КВЧ	
72	Набиль	699–710	5,5	28	78	4	1272	6,3	31	78	39	435	Обработка смолой «Геотерм» (крепление)
158	Набиль	630–642	4,6	25	79	3	1680	ОПРС, перфорация пласта					Обработка смолой «Геотерм» (крепление)
433	Катангли	150–171	1	26	96	30	244	2,7	25	90	34	93	Обработка смолой «Геотерм» (крепление)

Внедрение данных фильтров в АО «Газпромнефть – Ноябрьскнефтегаз» (рис. 17) показало, что вероятность безотказности при МРП более 200 сут. увеличивается в 2 раза, что, несомненно, является положительной стороной.

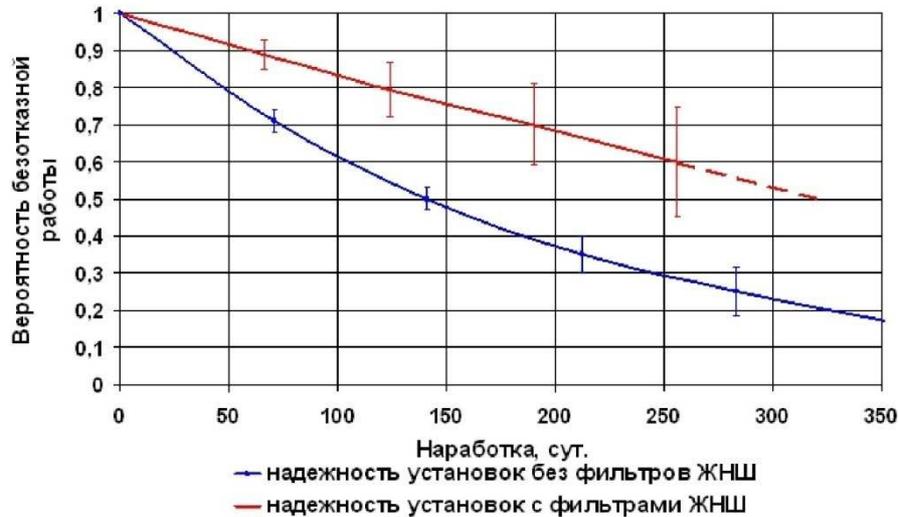


Рисунок 17 – Влияние ЖНШ на вероятность безотказности работы УЭЦН в АО «Газпромнефть – Ноябрьскнефтегаз»

Внедрение фильтров ЖНШ увеличит межремонтный период работы оборудования УЭЦН, что сократит затраты на проведение ПРС и соответственно уменьшится частота закупки установок ЭЦН. Установка данных фильтров не вызывает проблем, а лишь небольшое увеличение затрат по монтажу УЭЦН.

#### **Система мониторинга «Феникс» компании «Schlumberger»**

Для контроля параметров скважины необходимо на скважинах, оборудованных УЭЦН, установить систему мониторинга «Феникс», разработанную компанией «Schlumberger».

Система мониторинга «Феникс» (рис. 18) состоит:

- 1) скважинный инструмент (рис. 18-1);
- 2) наземная электронная панель или электронная плата (рис. 18-2);
- 3) дроссельная коробка или дроссельная плата (рис. 18-3).

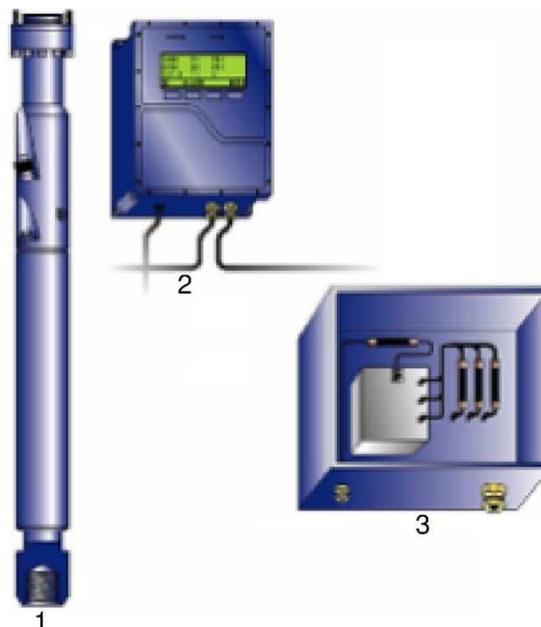


Рисунок 18 – Система мониторинга «Феникс»

Система «Феникс» позволяет измерять следующие параметры:

- давление на входе в насос;
- давление на выкиде насоса;
- температуру на входе в насос;
- температуру масла в ПЭД / обмотки статора ПЭД;
- расход жидкости на выкиде насоса;
- вибрацию;
- утечки тока через изоляцию;
- токи калибровки (диагностика).

На данный момент существует три типа исполнения погружных датчиков с различными определяющими данными (табл. 2).

**Таблица 2** – Типы исполнения погружных датчиков с различными определяющими данными

Параметры	Тип 0	Тип 1	Тип 2
Давление на приёме	X	X	X
Давление на выкиде		X	X
Температура на приёме	X	X	X
Температура мотора	X	X	X
Замер жидкости			X
Вибрация	X	X	X

Наземная электронная панель выполняет следующие функции:

- питание скважинного датчика;
- декодирование сигнала от скважинного датчика;
- индикация параметров на панели и запись параметров в память;
- защиту УЭЦН командами ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ и ОТКЛЮЧЕНИЯ.

Дроссельная коробка выполняет функцию изолирования высоковольтной системы переменного тока питания ПЭД от низковольтной системы питания скважинного датчика.

Применение системы мониторинга «Феникс» позволит более корректно определять параметры пласта (динамический уровень, пластовую температуру, забойное давление), характеристики работы оборудования УЭЦН и возможность регулирования установок по отключению УЭЦН. Внедрение системы «Феникс» не требует больших затрат и времени монтажа.

### Расчёт экономической эффективности

В связи с тем, что реальный экономический эффект от внедрения новых технологий можно просчитать только после их применения на месторождениях НГДУ «Катанглинефтегаз», данный расчёт является условным.

Расчёт экономической эффективности применения входных модулей ЖНШ и погружных датчиков давления «Феникс» выполнены согласно применяемой методики расчётов эффективности капитальных и подземных ремонтов в НГДУ «Катанглинефтегаз». Стоимость оборудования УЭЦН не учитывается, так как внедрение данных технологий будет проводиться во время смены УЭЦН на скважинах, вошедших в простой. Что касается расчёта по внедрению погружных датчиков, то увеличение МРП не бра-лось за основу, только небольшое увеличение дебита нефти на 0,3 тонны в сутки, поэтому сроки окупаемости и составили около 1 года и более.

Основным фактором, влияющим на эффективность внедрения фильтров ЖНШ, является увеличение МРП. В случае успешного внедрения планировалось увеличение в 1,5 раза по сравнению с периодом до ремонта. Увеличение дебита по нефти на 0,5 тонны в сутки не сильно повлияло на прибыль. Что касается затрат, то в стоимость ПРС входит стоимость оборудования с НДС.

Для расчёта экономической эффективности по внедрению смолы «Геотерм» для крепления призабойных зон скважин была взята фактическая эффективность, которую рассчитали по фактическим данным, полученным после обработок скважин данной смолой в НГДУ «Катанглинефтегаз». Срок эффективности составил 1,5 месяца, что удовлетворяет требованиям компании.

## Заключение

Анализ эксплуатации установок УЭЦН показывает, что более эффективнее использовать электронасосы с большей производительностью, в особенности при эксплуатации обводнённых скважин, где необходимо откачивать много пластовой жидкости. В этих случаях погружные электронасосы вне конкуренции, так как компрессорная эксплуатация таких скважин требует большого количества рабочего агента для подъёма жидкости и обходится дорого, а штанговые насосы не в состоянии обеспечить такой отбор жидкости, как в результате ограниченной производительности, так и вследствие нагрузок на штанги. КПД УЭЦН большей производительности значительно выше, чем КПД насосов малой производительности (это характеризуется спецификой центробежного насоса).

В результате проведённой работы можно заметить, что эффективность внедрения новых технологий является оптимальной и рентабельной.

Для внедрения предлагаемых технологий необходимо обеспечить стабильную подачу и обеспечение электроэнергией скважин, эксплуатируемых УЭЦН. В результате стабильного обеспечения электроэнергией скважин будет заметно снижен риск выхода из строя УЭЦН по причине снижения сопротивления изоляции до «0», заклинивания установок и снижения подачи жидкости на устье.

## Литература:

1. Отчёт о производственной деятельности НГДУ «Катанглинефтегаз» за 2015–2017 гг.
2. Антониади Д.Г., Савенок О.В., Шостак Н.А. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений : учебное пособие. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 203 с.
3. Булатов А.И., Савенок О.В. Заканчивание нефтяных и газовых скважин: теория и практика. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2010. – 539 с.
4. Булатов А.И., Волощенко Е.Ю., Кусов Г.В., Савенок О.В. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин : учебное пособие для студентов вузов. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 603 с.
5. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин в 4 томах. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012–2015. – Т. 1–4.
6. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» в 4 томах : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013–2014. – Т. 1–4.
7. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.
8. Булатов А.И., Качмар Ю.Д., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Освоения нафтових і газових свердловин. Наука і практика : монографія. – Львів : Сполом, 2018. – 476 с.
9. Савенок О.В. Оптимизация функционирования эксплуатационной техники для повышения эффективности нефтепромысловых систем с осложнёнными условиями добычи. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – 336 с.
10. Анализ эффективности внедрения УЭЦН на месторождениях НГДУ «Катанглинефтегаз». – URL : [http://knowledge.allbest.ru/geology/2c0b65625a2ac79b4d43b88521316d27\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/geology/2c0b65625a2ac79b4d43b88521316d27_0.html)
11. Березовский Д.А., Лаврентьев А.В., Савенок О.В., Кошелёв А.Т. Разработка физико-химических моделей и методов прогнозирования состояния пород-коллекторов // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 9. – С. 84–86.
12. Бондаренко В.А., Савенок О.В. Исследование методов и технологий управления осложнениями, обусловленных пескопроявлениями // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельная статья (специальный выпуск). – М. : Издательство «Горная книга», 2014. – № 5. – 28 с.
13. Бондаренко В.А., Савенок О.В. Анализ существующих методов борьбы с пескопроявлениями и разработка статистической модели деформационно-пространственной нестабильности и разрушения песчаных пород // Научный журнал Наука. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – № 1. – С. 35–42.
14. Чуйкин Е.П., Бондаренко В.А., Савенок О.В. Проблемы выноса песка на месторождениях Краснодарского края и пути её решения / Материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных: Новые технологии – нефтегазовому региону (20–23 мая 2014 года, г. Тюмень). Секция «Разработка и эксплуатация нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений». – Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. – Т. 2. – С. 94–96.

15. Бондаренко В.А., Савенок О.В. Анализ известных представлений по проблеме пескопроявления // Газовая промышленность. Спецвыпуск журнала «Газовая промышленность»: Эксплуатация месторождений углеводородов на поздней стадии разработки. – М. : Издательство ООО «Газоил пресс». – 2014. – № 708. – С. 61–65.
16. Бондаренко В.А., Лаврентьев А.В., Савенок О.В. Анализ современных представлений о принципах моделирования и расчёта пород-коллекторов // Научный журнал Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – № 2. – С. 34–40.
17. Бондаренко В.А., Лаврентьев А.В., Савенок О.В. Разработка предпосылок моделирования песчаных коллекторов // ГеоИнжиниринг. – 2014. – № 3 (23). – С. 92–94.
18. Бондаренко В.А., Лаврентьев А.В., Савенок О.В. Разработка физической модели песчаника для оптимального выбора технологий крепления призабойной зоны пласта и управления пескопроявлениями // Нефть. Газ. Новации. – 2014. – № 10. – С. 70–72.
19. Яковлев А.Л., Шамара Ю.А. Разработка рекомендаций по внедрению физико-химических методов воздействия на призабойную зону пласта в условиях месторождения Мухто // сборник научных статей по материалам I Международной научно-практической конференции: Современные тенденции развития нефтегазовой и машиностроительной отраслей (25 мая 2016 года, г. Пермь); под общ. ред. Т.М. Сигитова. – Пермь : ИП Сигитов Т.М., 2016. – С. 43–49.
20. Яковлев А.Л., Панцарников Д.С., Савенок О.В. Анализ методов воздействия на призабойную зону пласта в условиях Самотлорского месторождения // Научно-технический журнал Нефть. Газ. Новации. – Самара : Издательский Дом «Нефть. Газ. Новации». – 2017. – № 2. – С. 36–51.
21. Березовский Д.А., Кусов Г.В., Савенок О.В., Джозефс Эджемен Рэйчел. Технологии и принципы разработки многопластовых месторождений // Научный журнал Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – № 1. – С. 33–50.
22. Савенок О.В., Лешкович Н.М., Мажник В.И. Анализ обводнённости и методы ограничения водопритоков в нефтегазодобывающих скважинах месторождений острова Сахалин / Булатовские чтения: материалы I Международной научно-практической конференции (31 марта 2017 года) в 5 томах : сборник статей под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – Т. 2: Разработка нефтяных и газовых месторождений. – С. 255–260. – URL : <http://id-yug.com/images/id-yug/Bulatov/2017/2/PDF/2017-V2-255-260.pdf>
23. Шахмеликьян М.Г., Хайдара Мохамед Брехима, Ганга Иванов Адриану Табита. Анализ эффективности паротеплового воздействия на II пласт II блока месторождения Катангли / Булатовские чтения: материалы I Международной научно-практической конференции (31 марта 2017 года) в 5 томах : сборник статей под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – Т. 2: Разработка нефтяных и газовых месторождений. – С. 313–322. – URL : <http://id-yug.com/images/id-yug/Bulatov/2017/2/PDF/2017-V2-313-322.pdf>
24. Боровик О.В., Савенок О.В. Анализ эффективности работы УЭЦН на месторождениях Краснодарского края // Научный журнал Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – № 2. – С. 34–61.
25. Боровик О.В., Савенок О.В. Анализ применения системы байпасирования Y-Tool для исследования под действующей УЭЦН на месторождениях Краснодарского края // Научный журнал Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – № 2. – С. 62–81.
26. Ахриев К.Р., Савенок О.В., Яковлев А.Л. Анализ эффективности применения установок электроцентробежных насосов на Ново-Покурском нефтяном месторождении // Научный журнал Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – № 4. – С. 275–297.
27. Лапотников А.Г., Савенок О.В. Геологическое строение, нефтегазоносность и анализ разработки газоконденсатнонефтяного месторождения Одопту-море (Северный купол) XXI пласта // Научный журнал Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – № 1. – С. 101–123.
28. Чернокнижный Д.В., Савенок О.В. Оптимизация работы установок электроцентробежных насосов на Первомайском нефтяном месторождении // Научный журнал Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – № 1. – С. 124–149.
29. Кирпа С.В., Шальская С.В. Анализ эффективности проведения оптимизации скважин по Рославльскому нефтяному месторождению // Научный журнал Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – № 1. – С. 42–61.
30. Яковлев А.Л., Кумбе Эдсон Леонел Виторину. Анализ работы фонда скважин, оборудованных УЭЦН, на Сологаевском месторождении // Вестник студенческой науки кафедры информационных систем и программирования. – 2018. – № 02. – URL : <http://vsn.esrae.ru/pdf/2018/02/22.PDF>

31. База данных. Предупреждение пескопроявлений в скважинах и борьба с ними / В.А. Бондаренко, О.В. Савенок. – Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620964. Заявка № 2014620637. Дата поступления 14 мая 2014 г. Дата государственной регистрации в Реестре баз данных 04 июля 2014 г.

### References:

1. The report on production activity of NGDU of Katanglineftegaz for 2015–2017.
2. Antoniyadi D.G., Savenok O.V., Shostak N.A. Theoretical bases of development of oil and gas fields : manual. – Krasnodar : LLC Prosveshcheniye-Yug, 2011. – 203 p.
3. Bulatov A.I., Savenok O.V. Completion of oil and gas wells: theory and practice. – Krasnodar : LLC Prosveshcheniye-Yug, 2010. – 539 p.
4. Bulatov A.I., Voloshchenko E.Yu., Kusov G.V., Savenok O.V. Ecology at construction of oil and gas wells : manual for students of higher education institutions. – Krasnodar : LLC Prosveshcheniye-Yug, 2011. – 603 p.
5. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells in 4 volumes. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2012–2015. – Т. 1–4.
6. Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion oil and gas wells» in 4 volumes : manual. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2013–2014. – Т. 1–4.
7. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremychuk R.S. Scientific bases and practice of development of oil and gas wells. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2016. – 576 p.
8. Bulatov A.I., Kachmar Yu.D., Savenok O.V., Yaremychuk R.S. Osvoennya naftovy i gazovy sverdlovin. Science i practice : monograph. – Lviv : Spol, 2018. – 476 p.
9. Savenok O.V. Optimization of functioning of the operational equipment for increase in efficiency of oil-field systems with the complicated production conditions. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2013. – 336 p.
10. Analysis of efficiency of introduction of UETsN on fields of NGDU «Katanglinefte-gaz». – URL : [http://knowledge.allbest.ru/geology/2c0b65625a2ac79b4d43b88521316d27\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/geology/2c0b65625a2ac79b4d43b88521316d27_0.html)
11. Berezovsky D.A., Lavrentyev A.V., Savenok O.V., Koshelev A.T. Development of physical and chemical models and methods of forecasting of a condition of breeds collectors // Oil economy. – 2014. – No. 9. – С. 84–86.
12. Bondarenko V.A., Savenok O.V. Issledovaniye of methods and technologies of management of complications caused by peskoproyavleniye // the Mountain information and analytical bulletin (the scientific and technical magazine). Separate article (special release). – M. : Mountain Book publishing house, 2014. – No. 5. – 28 p.
13. Bondarenko V.A., Savenok O.V. The analysis of the existing methods of fight against the peskopro-phenomena and development of statistical model of deformation and spatial instability and destruction of sandy breeds // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2014. – No. 1. – P. 35–42.
14. Chuykin E.P., Bondarenko V.A., Savenok O.V. Problems of carrying out of sand on fields of Krasnodar Krai and a way of her decision / Materials of the scientific and practical conference of students, All-Russian with the international participation, graduate students and young scientists: New technologies – to the oil and gas region (on May 20–23, 2014, Tyumen). Section «Development and Operation of Oil, Gas and Gas-condensate Fields». – Tyumen : TSOGU, 2014. – Т. 2. – P. 94–96.
15. Bondarenko V.A., Savenok O.V. The analysis of the known representations on a problem a dog-koproyavleniya // the Gas industry. Special issue of the Gazovaya Promyshlennost magazine: Operation of fields of hydrocarbons at a late stage of development. – M. : LLC Gasoil Press publishing house. – 2014. – No. 708. – P. 61–65.
16. Bondarenko V.A., Lavrentyev A.V., Savenok O.V. Analysis of modern ideas of the principles of modeling and calculation of breeds collectors // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2014. – No. 2. – P. 34–40.
17. Bondarenko V.A., Lavrentyev A.V., Savenok O.V. Development of prerequisites of modeling of sandy collectors // Geoinzhiniring. – 2014. – No. 3 (23). – P. 92–94.
18. Bondarenko V.A., Lavrentyev A.V., Savenok O.V. Development of physical model of sandstone for the optimum choice of technologies of fastening of a bottomhole zone of layer and management of peskoproyavleniye // Oil. Gas. Innovations. – 2014. – No. 10. – P. 70–72.
19. Yakovlev A.L., Shamara Yu.A. Development of recommendations about introduction of physical and chemical methods of impact on a bottomhole zone of layer in the conditions of the field of Flies // the collection of scientific articles on materials I of the International scientific and practical conference: Current trends of development of oil and gas and machine-building branches (on May 25, 2016, Perm); under a general edition of T.M. Sigitov. – Perm : IP Sigitov T. M., 2016. – P. 43–49.

20. Yakovlev A.L., Pantsarnikov D.S., Savenok O.V. The analysis of methods of impact on a bottomhole zone of layer in the conditions of Samotlor field // the Scientific and technical Oil magazine. Gas. Innovations. – Samara : Publishing house «Oil. Gas. Innovations». – 2017. – No. 2. – P. 36–51.
21. Berezovsky D.A., Kusov G.V., Savenok O.V., Dzhozefs Edzhemen Rachael. Technologies and principles of development of multibedded fields // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2017. – No. 1. – P. 33–50.
22. Savenok O.V., Leshkovich N.M., Mazhnik V.I. The analysis of water content and methods of restriction of water inflows in oil and gas extraction wells of fields of the island of Sakhalin / Bulatovsky readings: materials I of the International scientific and practical conference (on March 31, 2017) in 5 volumes : the collection of articles under a general edition of the Dr.Sci.Tech., the prof. O.V. Savenok. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2017. – T. 2: Development of oil and gas fields. – P. 255–260. – URL : <http://id-yug.com/images/id-yug/Bulatov/2017/2/PDF/2017-V2-255-260.pdf>
23. Shakhmelikyan M.G., Haidar Mohamed of Brekhim, Ganges Ivanov to Adrian Tabitha. Analysis of efficiency of steam impact on the II layer II of the unit of the Katangli / Bulatovskiye field of reading: materials I of the International scientific and practical conference (on March 31, 2017) in 5 volumes : the collection of articles under a general edition of the Dr.Sci.Tech., the prof. O.V. Savenok. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2017. – T. 2: Development of oil and gas fields. – P. 313–322. – URL : <http://id-yug.com/images/id-yug/Bulatov/2017/2/PDF/2017-V2-313-322.pdf>
24. Borovik O.V., Savenok O.V. The analysis of overall performance of UETsN on fields of Krasnodar Krai // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2017. – No. 2. – P. 34–61.
25. Borovik O.V., Savenok O.V. The analysis of use of system of a baypasirovaniye of Y-Tool for a research under operating UETsN on fields of Krasnodar Krai // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2017. – No. 2. – P. 62–81.
26. Akhriyev K.R., Savenok O.V., Yakovlev A.L. The analysis of efficiency of application of installations of electrocentrifugal pumps on the New and Pokursky oil field // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2017. – No. 4. – P. 275–297.
27. Lapotnikov A.G., Savenok O.V. Geological structure, oil-and-gas content and analysis of development of the gas-condensate and oil Odoptu-more field (Northern calotte) of the XXI layer // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2018. – No. 1. – P. 101–123.
28. Chernoknizhny D.V., Savenok O.V. Optimization of operation of installations of electrocentrifugal pumps on Pervomaisk an oil field // t Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2018. – No. 1. – P. 124–149.
29. Kirpa S.V., Shalskaya S.V. The analysis of efficiency of carrying out optimization of slits on the Roslavl oil field // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2018. – No. 1. – P. 42–61.
30. Yakovlev A.L., Kumbe Edson Leonel Vitorinu. The analysis of operation of a well stock, the equipped UETsN, on the Sologayevsky field // the Messenger of student's science of department of information systems and programming. – 2018. – No. 02. – URL: <http://vsu.esrae.ru/pdf/2018/02/22.PDF>
31. Database. Warning of peskoproyavleniye in slits and fight against them / V.A. Bondarenko, O.V. Savenok. – Certificate on the state registration of the database No. 2014620964. Request No. 2014620637. Date of arrival on May 14, 2014 Date of the state registration in the Register of databases on July 04, 2014.