



**Українська Федерація Інформатики  
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України  
Вищий навчальний заклад Укоопспілки  
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»  
(ПУЕТ)**

# **ІНФОРМАТИКА ТА СИСТЕМНІ НАУКИ (ІСН-2015)**

**МАТЕРІАЛИ  
VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
ЗА МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ**

**(м. Полтава, 19–21 березня 2015 року)**

За редакцією професора О. О. Ємця

**Полтава  
ПУЕТ  
2015**

УДК 004.621.391

## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ, ДИАГНОСТИКИ И РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗАКАЧКОЙ ВОДЫ В ПЛАСТ

*Т. А. Алиев, академик, дир. института, telmancyder@rambler.ru*

*О. К. Нусратов, д. т. н, зам. дир. института, nusratov@cyber.ab.az*

*Г. А. Гулуев, PhD, зав. лаборатории, scb\_06@mail.ru*

*Ас. Г. Рзаев, PhD, зав. лаборатории, asifrzayev48@gmail.com*

*Ф. Г. Пашаев, PhD, вед. н. с., pasha.farhad@gmail.com*

*Институт систем управления НАН Азербайджана*

Современное состояние нефтедобывающей отрасли характеризуется тем, что большинство нефтедобывающих производств относятся к нефтепромыслам в поздней стадии эксплуатации, в которых рентабельность добычи во многом зависит от эффективности закачки воды в пласт (Процесс ЗВП) для поддержания пластового давления [1].

В данном докладе даны результаты исследования, проведенные в Институте Систем Управления НАНА (Институт Кибернетики), нацеленные на повышение надежности и эффективности процесса ЗВП.

В результате анализа состояния автоматизации процесса ЗВП на предмет уровня оснащенности информационно-измерительной, коммуникационной, микропроцессорной технологией и новыми технологиями анализа помех в составе измерительной информации всех объектов и оборудования по типовой технологической схеме выявлены основные недостатки существующих систем и сформулированы следующие основные требования для их устранения:

1. С целью плавного управления расхода воды на выходе насосной станции для управления электродвигателем должны быть применены частотные преобразователи, обеспечивающие регулирования производительности насоса в большом диапазоне (50-100%);

2. Должно быть осуществлено контроль давления и регулирование расхода на каждую нагнетательную скважину в режиме «On-Line»;

3. Регулирование расхода на нагнетательную скважину должно быть выполнено с учетом данных о дебите и степени наводненности нефтяных скважин, полученных от системы контроля, диагностики и робастного управления ШГН, ЭЦН и ГЗУ «Трап» (Комплекс «Айна») [2];

4. Должны быть приняты меры по своевременному обнаружению и устранению утечек в трубопроводной сети;

5. В насосных станциях для обнаружения неисправности электродвигателей и насосов на стадии их зарождения должен быть осуществлен контроль вибрации с применением RNM технологии анализа сигналов [3, 4];

6. Для осуществления качественного контроля технологическими процессами и оборудованием должна быть создана телеметрическая система контроля, диагностики робастного управления процессом закачки воды в пласт.

Учитывая сформулированные выше требования, разработана структура телеметрической системы контроля, диагностики и робастного управления процессом закачки воды в пласт (далее СК РУ пласт). Структура СК РУ пласт состоит:

- пункта опроса и управления системы закачки воды в пласт (ПОУ СК РУ пласт);

- робастного контроллера нагнетательной скважины (РК НС);

- робастной станции управления и защиты насосного агрегата (PCY HA), содержащей робастный контроллер диагностики состояния насосного агрегата (PKD HA).

ПОУ СК РУ пласт содержит: компьютер с периферией, аппаратуры приема и передачи информации по радиоканалам (для связи с аппаратурой нижнего уровня), по GPRS (для связи с аппаратурой верхнего уровня), программное обеспечение, состоящее из системного, базового и прикладного программного обеспечений сбора информации от удаленных контроллеров и станций управления и защиты HA.

РК НС предназначен для измерения расхода воды в нагнетательную скважину, управления электроуправляемым вентилем скважины (открытие, закрытие и регулирование) посредством частотного преобразователя.

PCY HA предназначена для выполнения защиты электродвигателя от потери одной из фаз питающей сети, перекоса фаз, перегрузки токов, от нарушения механических параметров и

управления скоростью вращения ротора за счет частотного управления в зависимости от давления и расхода воды на выходе насосной станции.

РКД НА предназначен для контроля параметров вибрации, как электродвигателя, так и насоса. Зашумленные измеряемые сигналы вибрации подвергаются анализу по технологии *robust noise monitoring* (RNM), что позволяет диагностировать неисправности на стадии их зарождения. Заблаговременное определение ожидающихся неполадок в работе оборудования позволяет своевременно принимать меры для избегания аварий. Все контролируемые параметры передаются в ПОУ СК РУ пласт.

СК РУ пласт обеспечивает следующие функции по контролю основных параметров работы насосного агрегата:

- Формирование *robust noise* образов по всем насосным агрегатам для различных идентифицируемых вибрационных состояний;
- Разработка алгоритмов адаптивного самообучения системы и диагностики на основе накопленных *robust noise* образов;
- Отображение на мнемосхемах текущих значений параметров по отдельным насосам и насосным блокам;
- Оповещение об отклонениях параметров работы насосов от пределов для нормальных режимов работы насосов, о предаварийных и аварийных ситуациях;
- Отображение истории изменений параметров насосного оборудования на трендах за произвольный период времени;
- Формирование оперативной отчетности о работе насосного оборудования за произвольный период времени (текущая, почасовая, суточная, месячная и т. д.) по запросу и/или по расписанию.

В результате достигнуто повышение надежности и эффективности процесса ЗВП за счет:

1. Обнаружения неисправностей оборудования на стадии их зарождения и принятия мер для предотвращения аварий, ликвидация последствий которых наносит огромный ущерб;
2. Робастного и плавного регулирования производительности мощных насосов закачки с применением новейших алгоритмов управления приводом на базе частотных преобразователей.
3. Своевременного контроля и управления в режиме «On-Line» количество закачиваемой воды и давления на каждую

нагнетательную скважину и последствия влияния закачки воды на мгновенный дебит близлежащих добывающих скважин.

### *Литература*

1. Грайфер В. И., Галустянц В. А., Веницкий М. М. Методология и практика управления инновационной деятельностью (на примере нефтедобывающей промышленности): Монография. - М.: ГУЛ Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2002. - 350 с.

2. Т. А. Алиев, О. Г. Nürətov, Г. А. Гулуев, Ас. Г. Рзаев, Ф. Г. Пашаев. Робастное управление повышением рентабельности механизированного способа добычи нефти ИНФОРМАТИКА ТА СИСТЕМНІ НАУКИ (ІСН-2014) Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції за міжнародною участю (м.Полтава, 13-15 березня 2014 року), с. 31-34.

3. Telman Aliev. Robust Technology with Analysis of Interference in Signal Processing. Kluwer, Academic/plenum Publishers, New York, 2003.

4. Telman Aliev. Digital noise monitoring of defect origin, Springer-Verlag, London, 2007, p. 223.