

*Л.И. Мещеряков, канд. техн. наук, Ю.В. Клочко  
(Украина, Днепрпетровск, Национальный горный университет)*

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ БУРОВЫМИ КОМПЛЕКСАМИ**

Структурно технологическая система бурения складывается из двух основных технологических подсистем: “колонна – скважина” и “резец – порода”. Динамика технологической подсистемы “резец – порода” согласно анализу работ отечественных и зарубежных авторов [1, 2, 3] при использовании в качестве породоразрушающего инструмента (ПРИ) алмазных коронок показывает, что зависимость взаимного износа породы и резца имеет существенно нелинейный характер относительно последнего. При этом отмечается сильный износ алмазов с повышением их температуры. Условия работы ПРИ в сложных горно-геологических условиях определены комплексной динамикой колебаний бурильной колонны, частой сменой типов пород, ступенчатым регулированием режимов бурения и колебаниями напора промывочной жидкости. От воздействия этих факторов возникают различного типа заполирования и скаффинги ПРИ, что существенно снижает их технико-экономические показатели по управлению. Поэтому информационное обеспечение АСУТП бурения здесь имеет ключевое значение при решении задач управления. И на первый план тогда выступают информационные характеристики режимных колебаний технологических комплексов. Так, случайные колебания технологических параметров процесса бурения, например, колебания давления промывочной жидкости, осевой нагрузки, момента на роторе буровой установки могут представляться в виде последовательности случайных величин, а схема анализа случайных колебаний параметров бурения в этом случае будет состоять из нескольких этапов: подготовки данных для численного анализа, оценки основных свойств реализаций и непосредственного анализа данных.

Из ряда исследований установлена нелинейная зависимость между ресурсом алмазной коронки и режимом бурения по осевой нагрузке, расходом промывочной жидкости, механической скоростью бурения [2, 3]. Информационные оценки этой нелинейной зависимости через моментные функции векторов соответствующих измеренных значений с известными вероятностными характеристиками можно положить в основу задачи комплексной оптимизации технологического процесса бурения. При этом следует отметить, что подсистема “колонна – скважина” значительно воздействует на динамику технологического процесса бурения, так как обеспечивает функциональное назначение передачи мощности сверху от станка к забою скважины. Использование информационных технологий позволяет определиться и относительно энергоемкости горных пород, а знание энергетики горных пород обеспечивает в дальнейшем выход на модель системы “резец – порода” и при регулировании мощности в системе бурового комплекса управлять временем работоспособности ПРИ на забое. Все вышесказанное определяет необходимость и актуальность разработки систем управления, основан-

ных на технологиях искусственного интеллекта, когда, изучив количество векторной информации о различных классах технологических и технических состояний объекта, система управления может сформировать определённый вывод о классификации объекта.

Основными функциями разработанного с использованием интегрированной среды Borland Delphi 7, языка разметки гипертекста HTML и представляемого программного приложения являются: ввод параметров процесса бурения, вычисление коэффициента экономической эффективности бурения по критерию минимума затрат на метр бурения; создание базы знаний, содержащей значимые векторы потребляемой мощности, которые описывают различные режимы и состояния бурения; обучение системы на основании метода искусственного интеллекта, известного как “обучение с учителем”, и на основании оперативных значения потребляемой мощности распознавание и классификация состояний в соответствии с содержанием базы знаний, а также корректировка параметров бурения с целью блокирования аварийных ситуаций.

Программное приложение “Система интеллектуальной поддержки буровых комплексов” имеет простой интерфейс, выполненный в виде главной формы с использованием кнопок и меню. Главная форма программы, появляющаяся при запуске представлена на рис. 1.

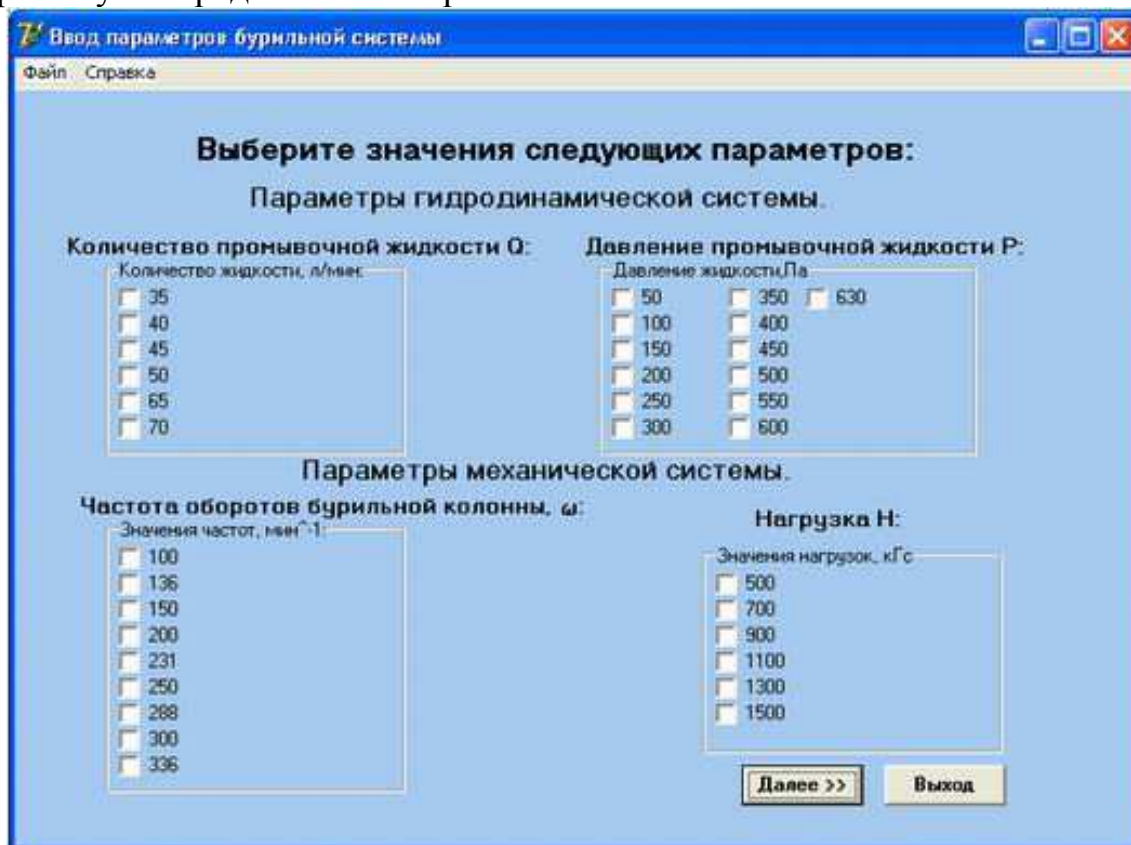


Рис. 1. Главная форма программного приложения “Система интеллектуальной поддержки буровых комплексов”

В форме выбираются параметры режима процесса бурения и вводятся по нажатию кнопки “Далее” или по выбору пункта меню Файл → Далее. Если для выбранных пользователем режимных параметров не существует обеспечивающего значения механической скорости, то система выдаст сообщение об ошиб-

ке (рис. 2). В противном случае появится форма для расчета коэффициента экономической эффективности в соответствии с комплексным критерием процесса бурения минимизации расходов на метр проходки (рис. 3).

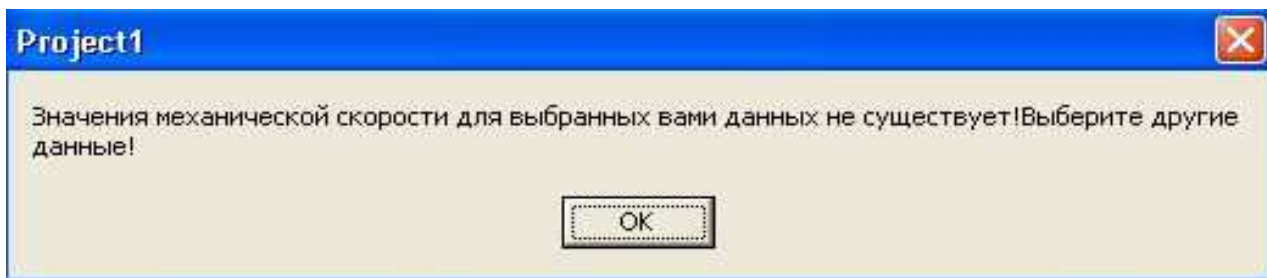


Рис. 2. Панель с сообщением об ошибке ввода параметров

Для расчета коэффициента экономической эффективности вводятся в пустые поля требуемые значения основных режимных параметров и при нажатии кнопки “Вычислить коэффициент” осуществляется расчет с представлением в соответствующей строке вывода (рис. 3). Затем нужно нажать на кнопку “Далее” или выбрать соответствующий пункт меню Файл.

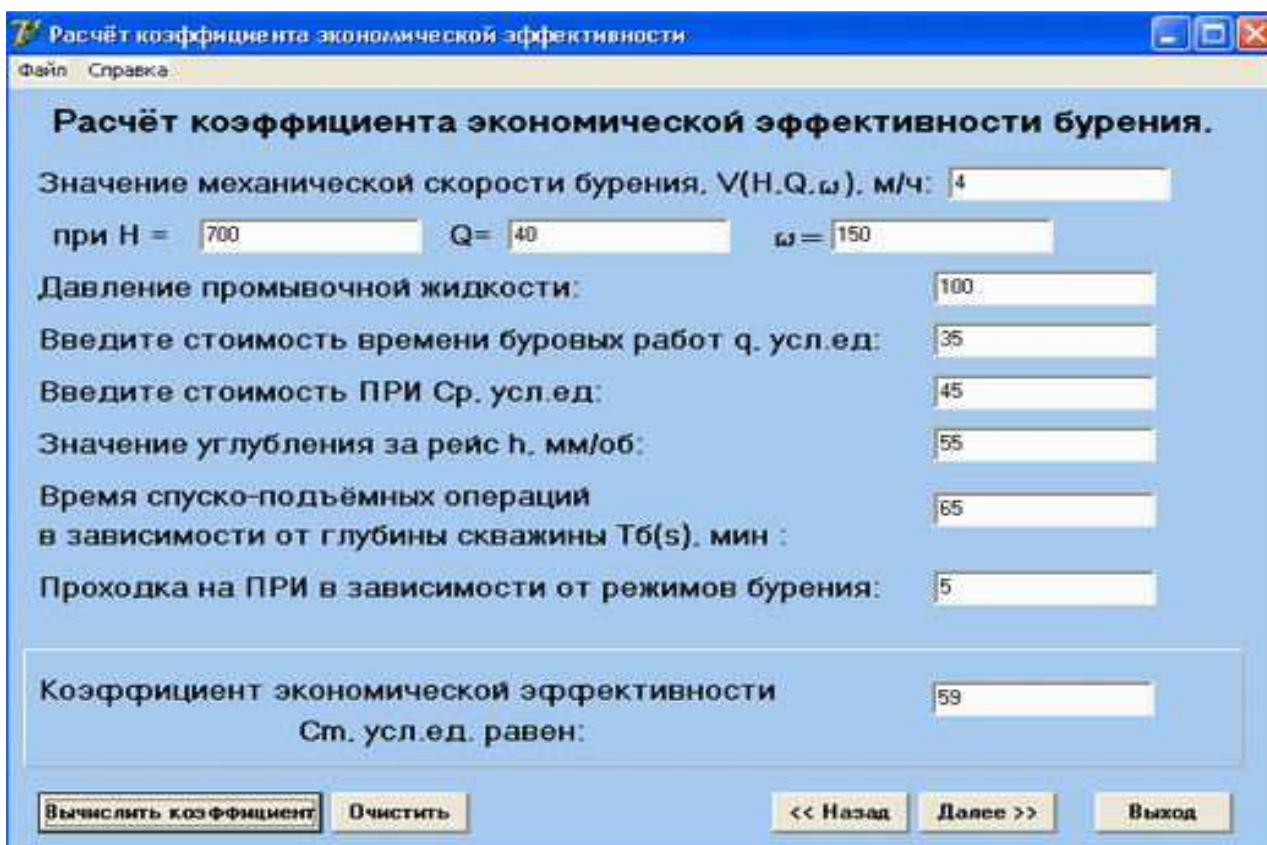


Рис. 3. Форма расчёта коэффициента экономической эффективности бурения

При нажатии на кнопку "Загрузить" появляется форма выбора сигналов для загрузки. По выбору сигнала и при нажатии кнопки "Визуализировать" на форме появляется координатная плоскость и представление сигнала в виде диаграммы (рис. 4). Рядом в окне "Координаты" появляются значения сигнала в

фиксированные моменты времени. В окне "Координаты" экспериментального сигнала можно выделить любое числовое значение, которое появится на координатной плоскости. Для того чтобы убрать выделение, необходимо нажать на соответствующую кнопку панели "Управляющие кнопки". После этого на форме появляются эталонный сигнал, среднестатистические параметры которого наиболее близки анализируемому экспериментальному сигналу, его значения в моменты времени, а также значения отклонений координат экспериментального сигнала от эталонного в графическом виде (рис. 4).

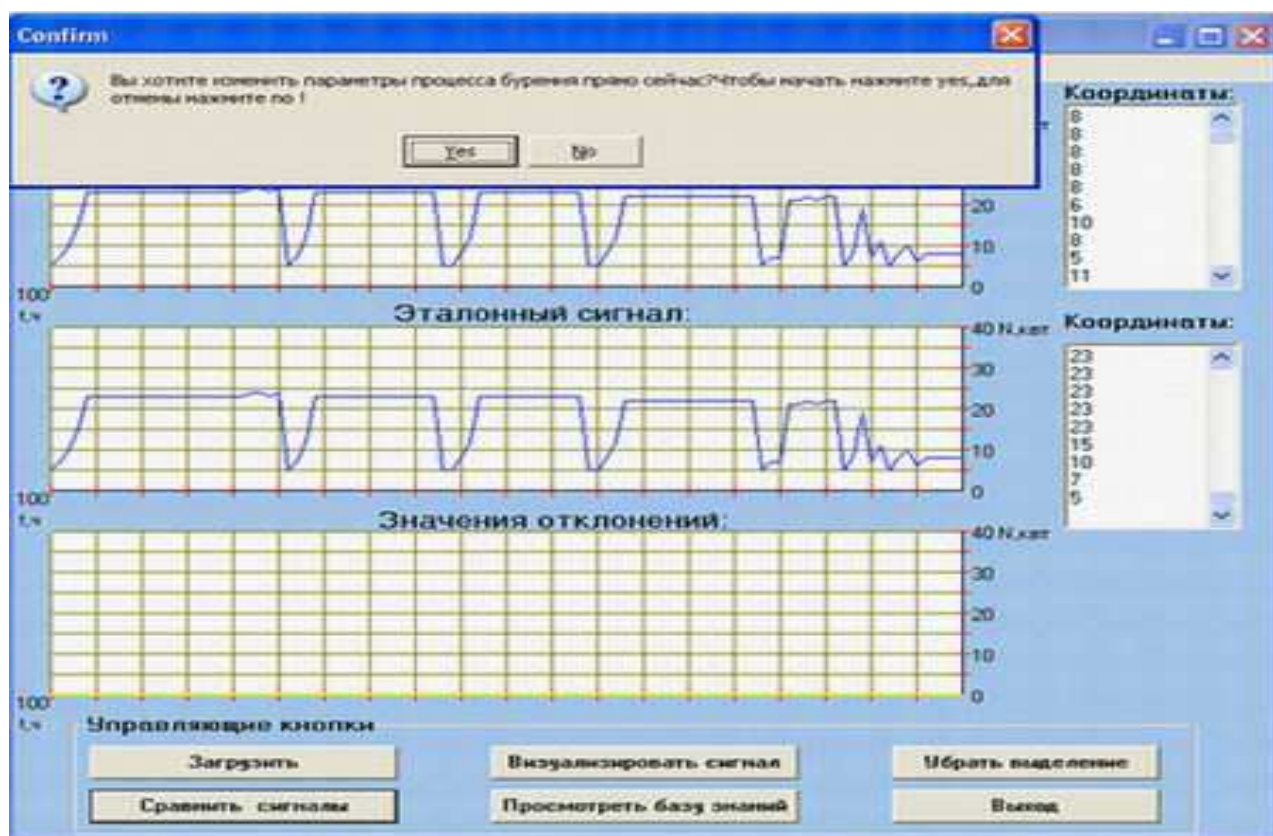


Рис. 4. Форма результатов сравнения сигналов

После нажатия кнопки "Сравнить сигналы" появляется результирующее сообщение интеллектуального сравнения сигналов (рис. 5).

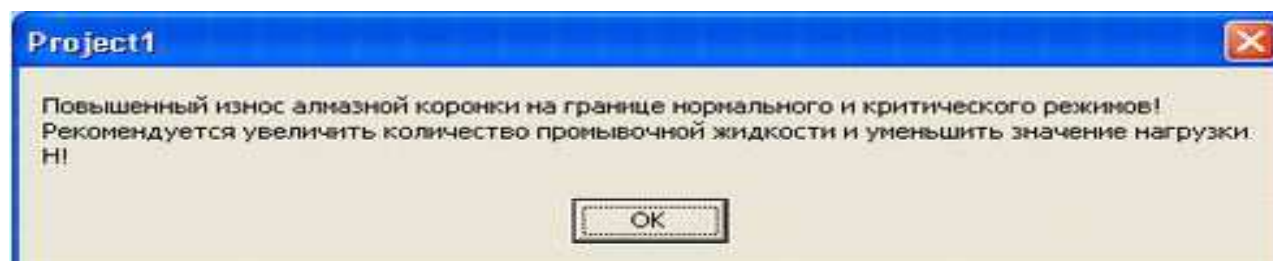


Рис. 5. Форма сообщения системы после нажатия кнопки "Сравнить сигналы"

Просмотр базовых эталонных сигналов можно осуществить при нажатии кнопки "Просмотреть базу знаний" на панели "Управляющие кнопки" и выборе соответствующей категории эталонных сигналов (рис. 6).

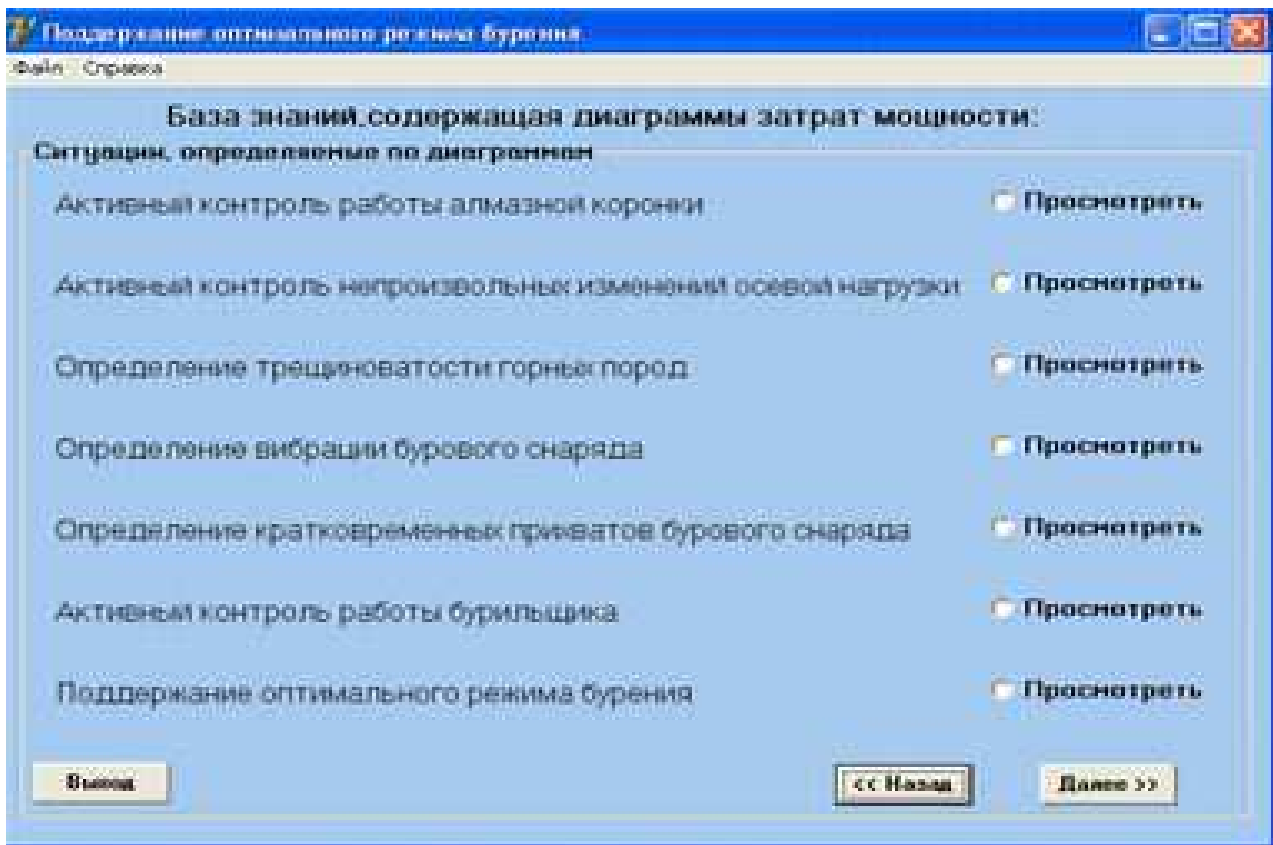


Рис. 6. Форма меню базы знаний

Нажатие на надпись “Просмотреть” вызывает сообщение вида (рис. 7).

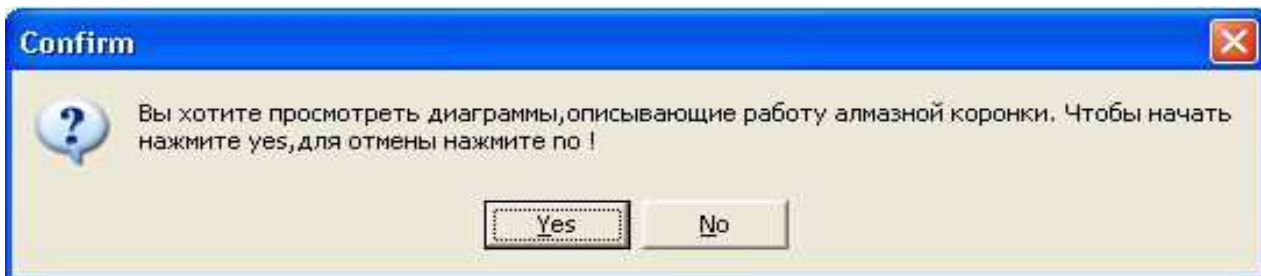


Рис. 7. Форма сообщения о выборе категории сигналов для просмотра

Чтобы просмотреть информацию об интересующем эталонном сигнале, необходимо выбрать управляющий элемент “Yes”. В результате выводится база знаний множества эталонных сигналов по определенным различным технологическим и техническим режимам состояния буровых комплексов (рис. 8).

Для получения информационной принадлежности эталонных сигналов необходимо нажать на надпись “Диаграмма № ”. Результатом является вывод соответствующего функционального сообщения об эталонном сигнале.

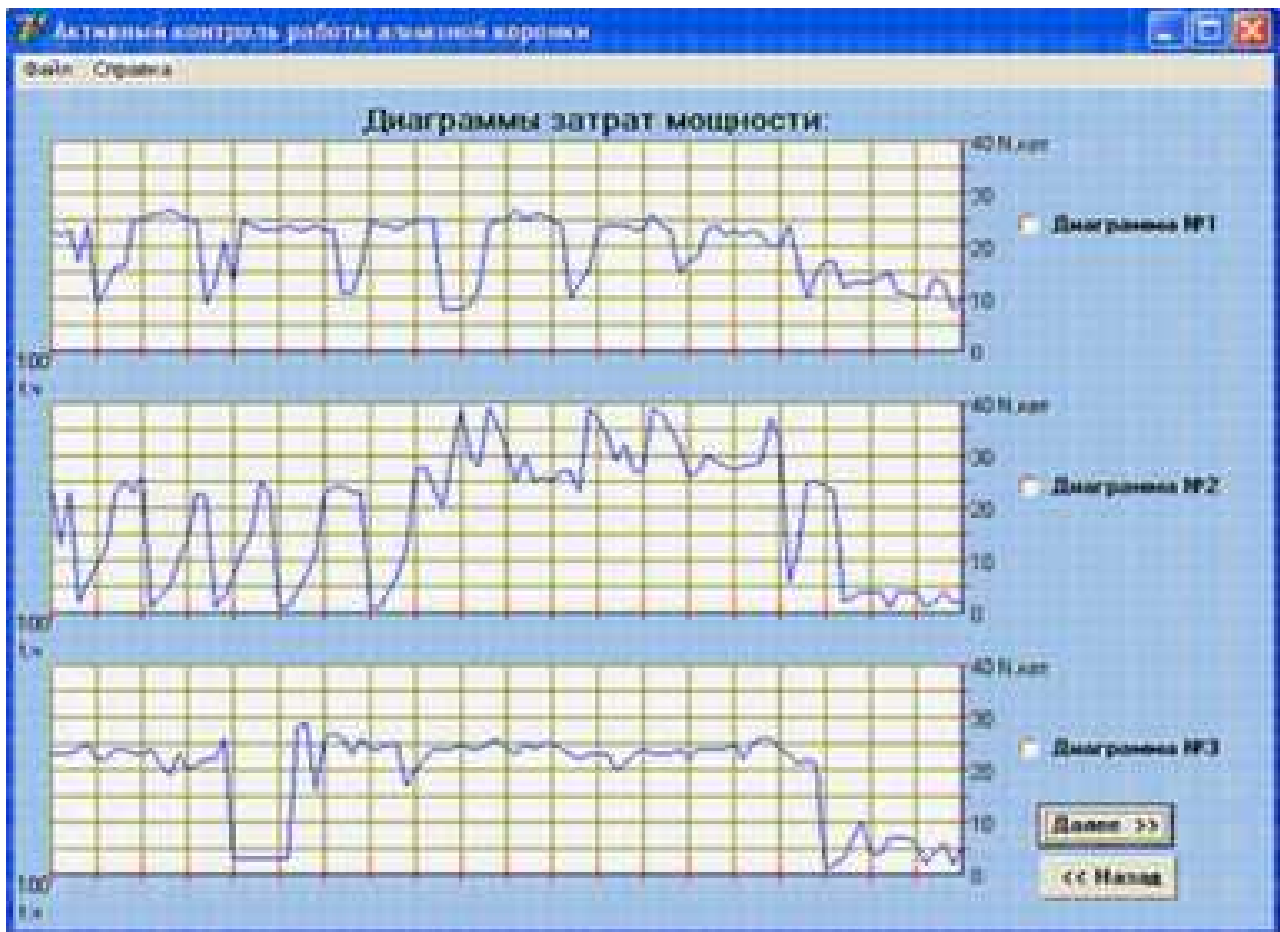


Рис. 8. Форма представления эталонных сигналов базы знаний

Приложением предусмотрена интеллектуальная корректировка режимных параметров процесса бурения. На рис. 9 показано сообщение, предлагающее пользователю скорректировать параметры для блокирования возникновения и развития наиболее возможного в текущем состоянии бурового комплекса аварийного режима.

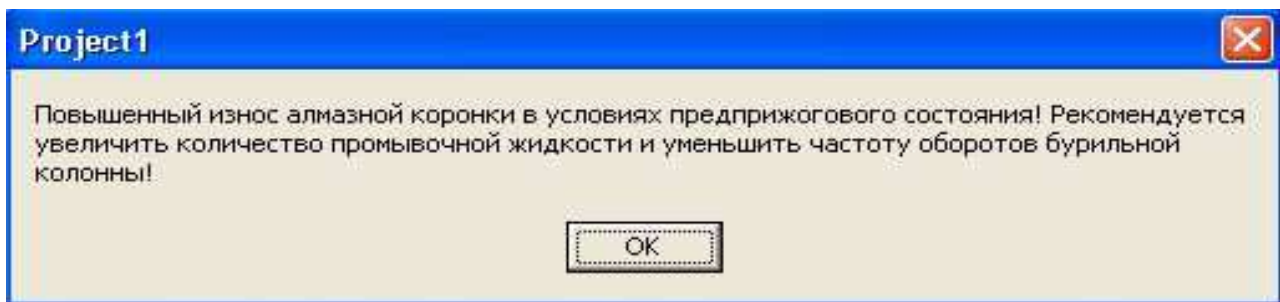


Рис. 9. Пример сообщения, предлагающего скорректировать параметры для блокирования возникновения аварийного режима процесса бурения

Для этого необходимо нажать “ОК”. Появится следующая форма (рис. 10) проведения корректировки режимных параметров процесса бурения. На форме отображаются старые значения параметров бурения. При помощи бегунков можно задать новые значения режимных параметров частоты оборотов и нагрузки на ПРИ, расхода и давления промывочной жидкости. При изменении

этих параметров автоматически меняется обеспечивающее выбранный режим значение механической скорости (рис. 10).

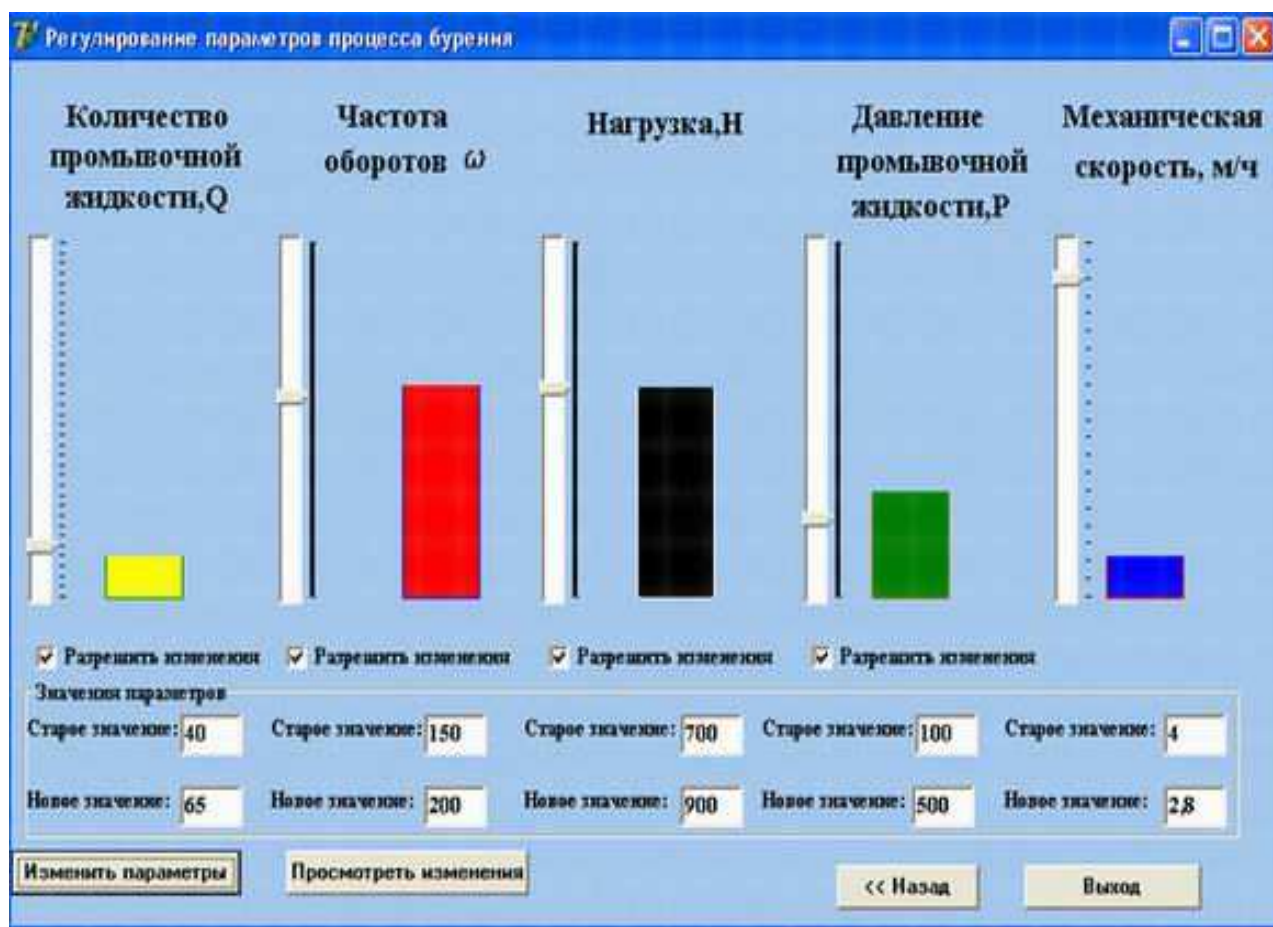


Рис. 10. Форма изменений режимных параметров процесса бурения

После изменения режимных параметров необходимо нажать последовательно кнопки "Изменить параметры" и "Просмотреть параметры". В результате происходит переход на форму расчета коэффициента экономической эффективности процесса бурения, где в поля вносятся изменённые значения параметров (рис. 3). После этого следует нажать кнопку "Выход".

Таким образом программа "Система интеллектуальной поддержки управления буровых комплексов" использует в пакетном режиме в качестве входных данных файлы с числовыми характеристиками затрат мощности и режимные параметры процесса бурения и может непосредственно работать при проходке в режиме советчика. При соответствующем аппаратно-программном согласовании она может быть использована как подсистема интеллектуальной оптимизации в составе общей системы автоматического управления различными буровыми комплексами, поскольку программа создана с целью автоматизации процесса управления на основании решений, принятых самой системой. Основные режимные состояния и процессы, происходящие при бурении, анализируются, сравниваются с классами базы знаний, которая входит в состав системы. В результате возможные текущие состояния и процессы идентифицируются, и система выдает сообщение о том, что необходимо сделать оператору или анализа-

тору по управляющим воздействиям для выполнения комплексного критерия минимизации затрат на метр бурения.

#### Список литературы

1. Дудля М.А., Мещеряков Л.И. Диагностика та проектування бурових машин і механізмів: Навч. посібник. – Д.: Національний гірничий університет, 2004. – 268 с
2. Автоматизация процесу буріння: Монографія / Дудля М.А., Карпенко В.М., Гриняк О.А., Цзян Гошен – Д.: Національний гірничий університет, 2005. – 207 с.
3. Diagnostyka urzadzen wiertniczych / G.G. Piwniak, M. Kaliski, A. Zieba, L.J. Mieszczerekow, M.A. Dudla. – Krakow, Dniepropietrowsk, 2004. – 174 с.