

Л.И. Мещеряков, канд. техн. наук,

А.Ю. Руссу, Д.С. Карпиков

(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ БУРЕНИЯ

Структурно технологическая система бурения складывается из двух основных технологических подсистем: “колонна – скважина” и “резец – порода”. Динамика технологической подсистемы “резец – порода” согласно анализа 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 интенсивный износ алмазов с повышением их температуры. Условия работы ПРИ в сложных горно-геологических условиях определены комплексной динамикой и колебаний бурильной колонны, и частой сменой типов пород, и ступенчатым регулированием режимов бурения и колебаниями напора промывочной жидкости. От воздействия совокупности этих факторов возникают различного типа заполирования и скаффинги ПРИ, и это существенно снижает их технико-экономические показатели.

Информационное обеспечение АСУТП бурения имеет ключевое значение при решении задач его управления. И на первый план здесь 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 включит несколько этапов: подготовки данных для численного анализа, оценки основных свойств реализаций и непосредственный анализ данных.

Рядом исследований установлена нелинейная зависимость ресурса алмазной коронки от режимов бурения по осевой нагрузке H , расходом промывочной жидкости Q и механической скорости бурения [2, 3]. Информационные оценки этой нелинейной зависимости через моментные функции векторов соответствующих измеренных значений с известными вероятностными характеристиками представлены на рис. 1–10. Полученные информационные оценки можно положить в основу задачи комплексной оптимизации технологического процесса бурения. При этом следует отметить что подсистема “колонна – скважина” вносит значительное воздействие на динамику технологического процесса бурения, так как обеспечивает функциональное назначение передачи мощности сверху от станка к забою скважины. Использование данной информационной технологии позволяет определиться и относительно энергоемкости горных пород. А знание энергетики горных пород позволяет в дальнейшем выйти на модель системы “резец – порода” и при регулировании мощности в АСУТП бурения управлять временем работоспособности ПРИ на забое.

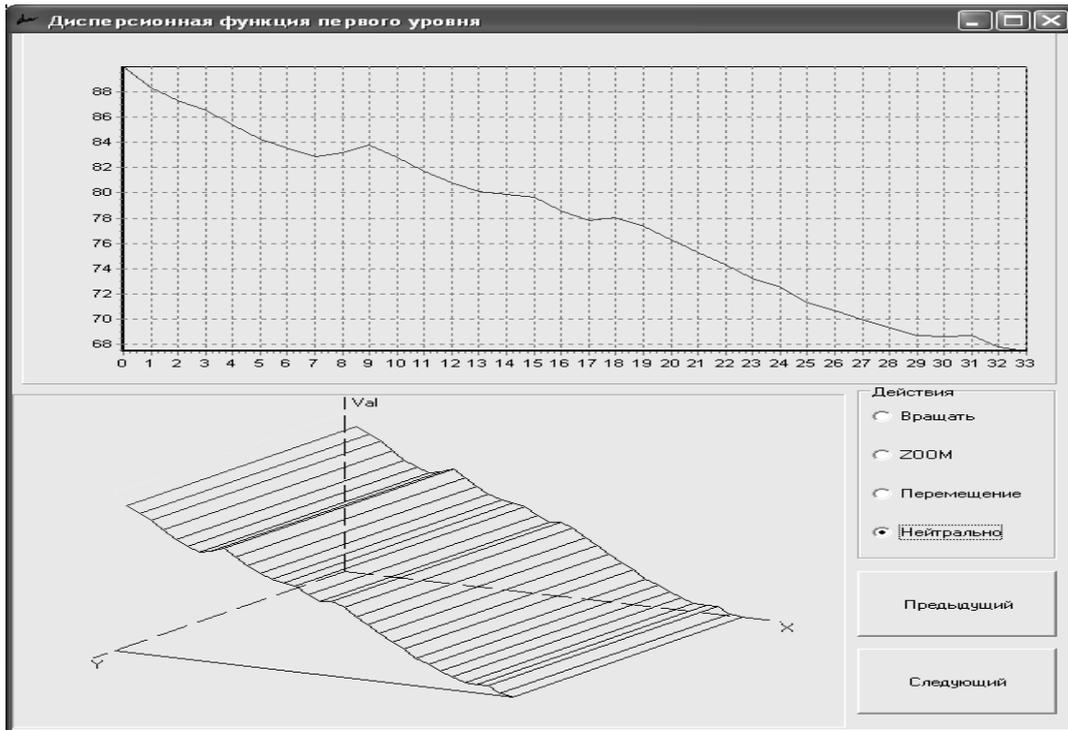


Рис. 1. Дисперсионная функция зависимости проходки на алмазную коронку, м/кор., типов 01А3, 01А4 диаметрами соответственно 76 мм, 93 мм от нагрузки на ПРИ, кГс

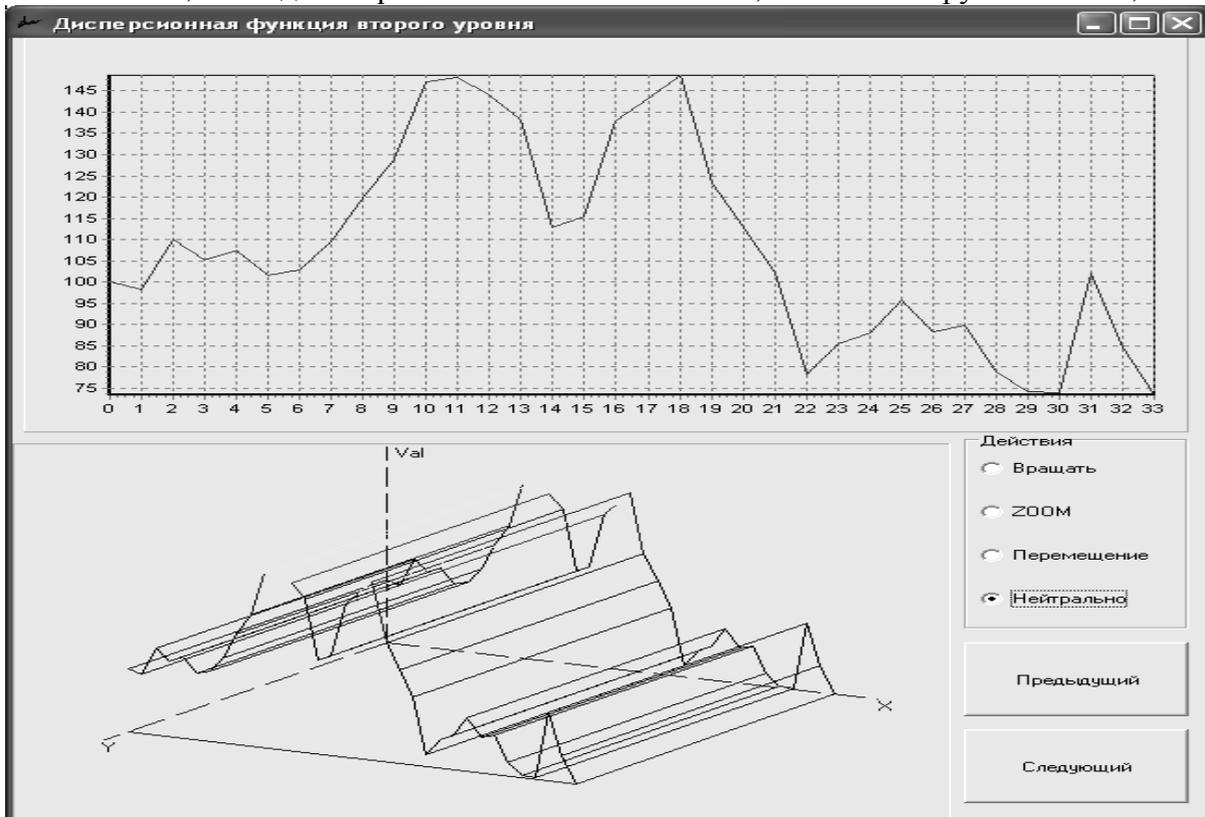


Рис. 2. Дисперсионная функция 2 зависимости проходки на алмазную коронку, м/кор., типов 01А3, 01А4 диаметрами соответственно 76 мм, 93 мм от нагрузки на ПРИ, кГс

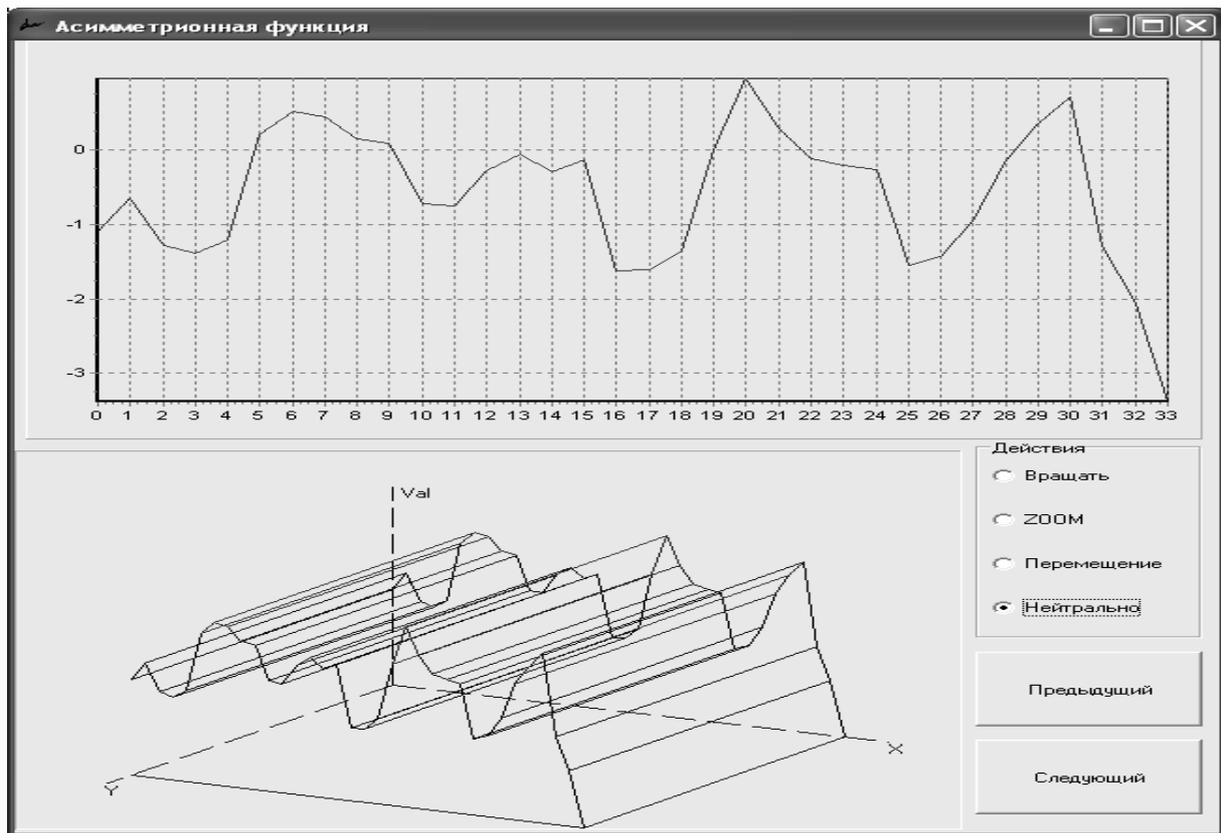


Рис. 3. Асимметрионная функция зависимости проходки на алмазную коронку, м/кор., типов 01А3, 01А4 диаметрами соответственно 76 мм, 93 мм от нагрузки на ПРИ, кГс

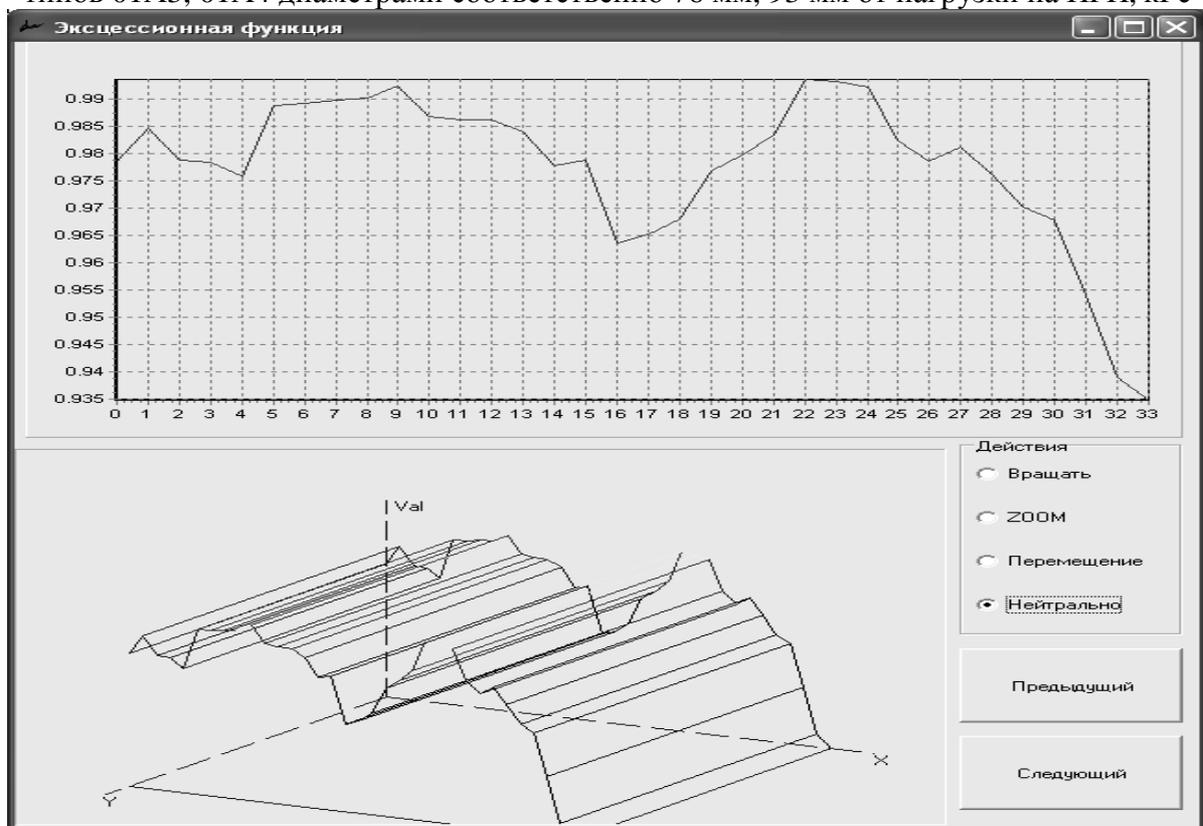


Рис. 4. Эксцессионная функция зависимости проходки на алмазную коронку, м/кор., типов 01А3, 01А4 диаметрами соответственно 76 мм, 93 мм от нагрузки на ПРИ, кГс

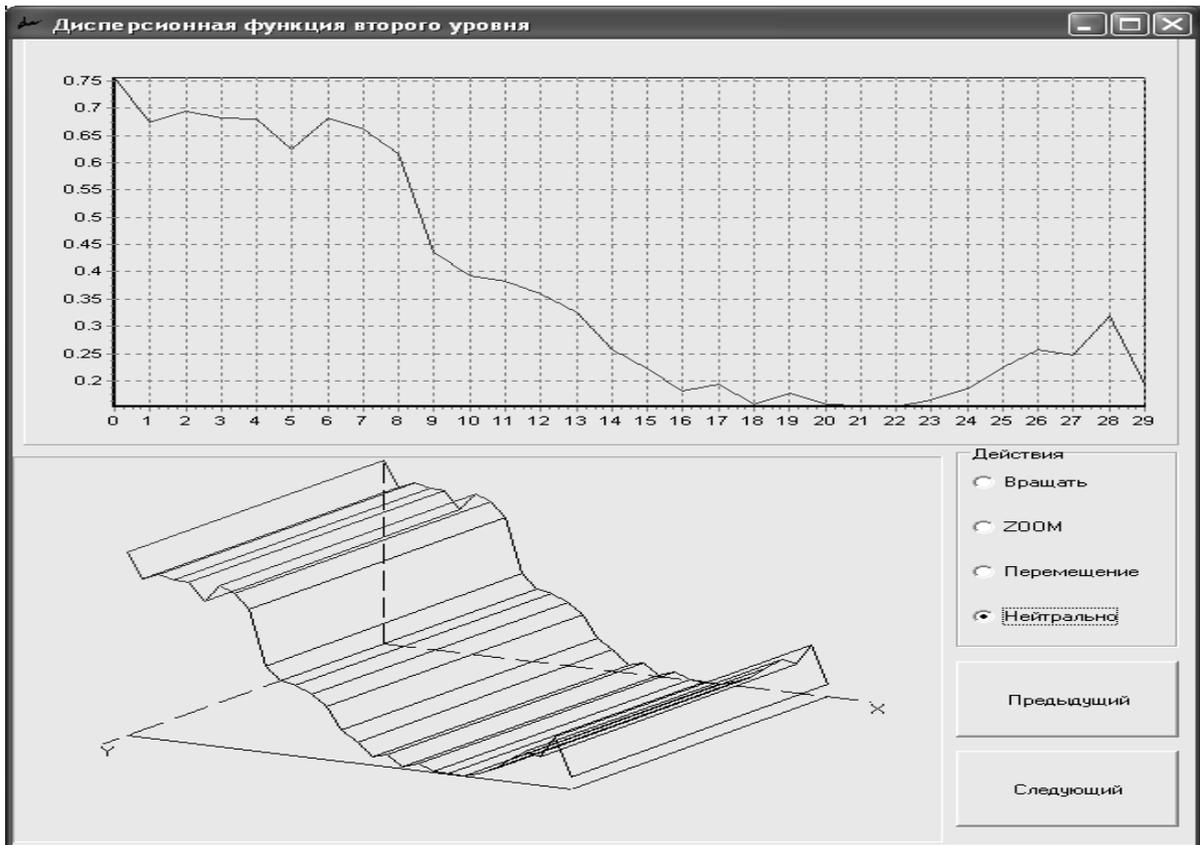


Рис. 5. Дисперсионная функция зависимости механической скорости, усл. ед., от расхода промывочной жидкости в системе “колона – резец – скважина”, c^{-1}

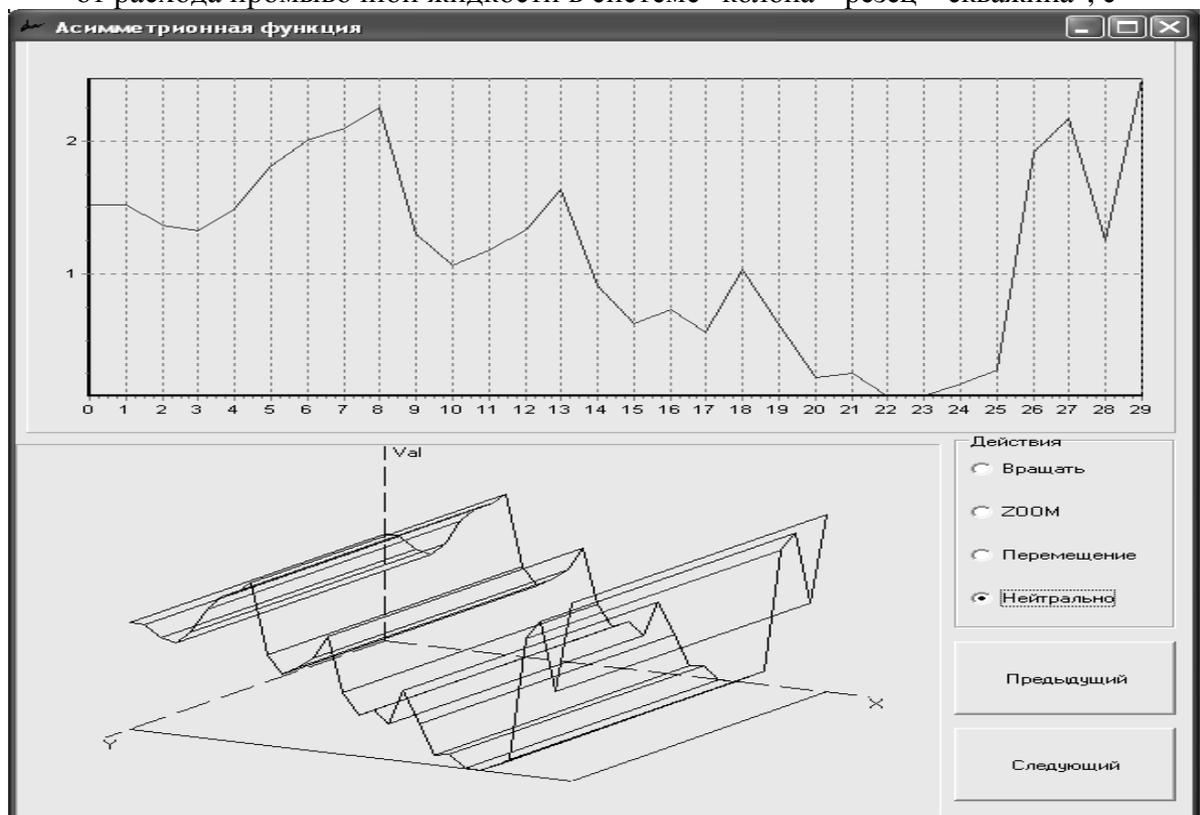


Рис. 6. Асимметрионная функция зависимости механической скорости, усл. ед., от расхода промывочной жидкости в системе “колона – резец – скважина”, c^{-1}

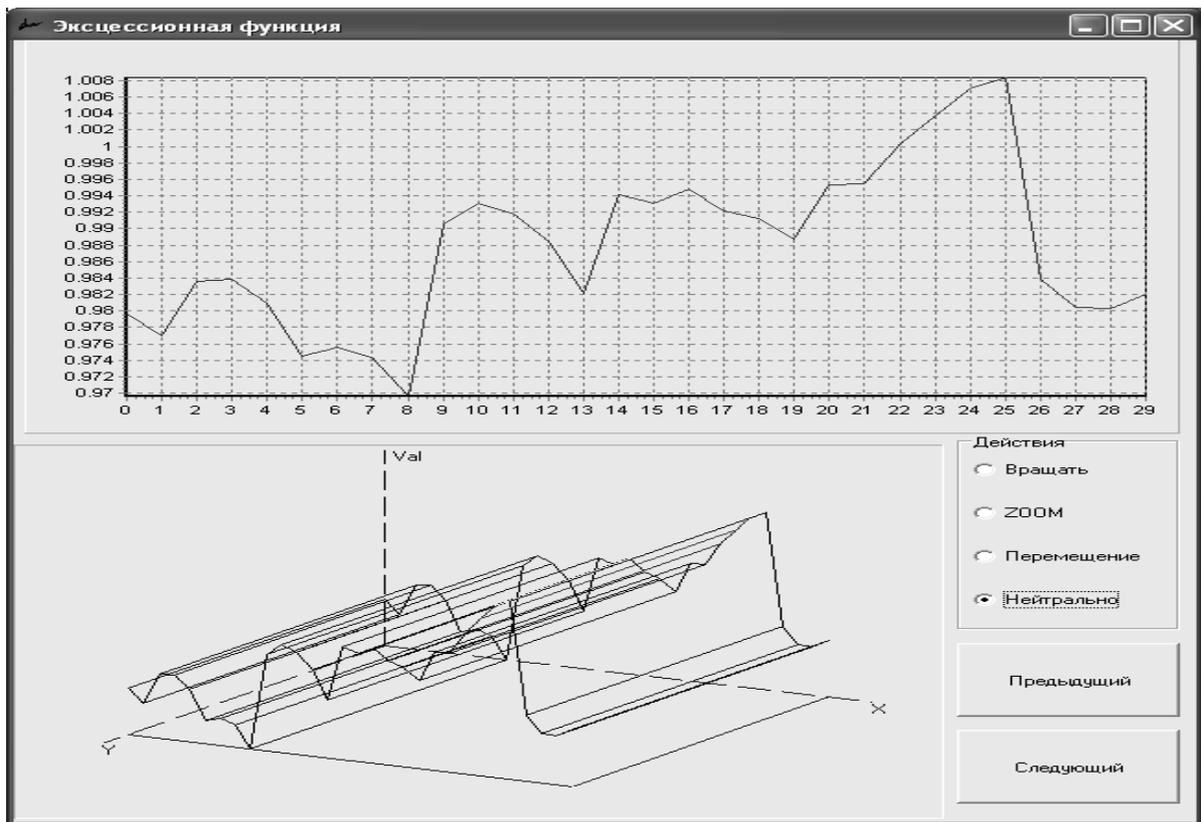


Рис. 7. Эксцессионная функция зависимости механической скорости, усл. ед., от расхода промывочной жидкости в системе “колонна – резец – скважина”, с^{-1}

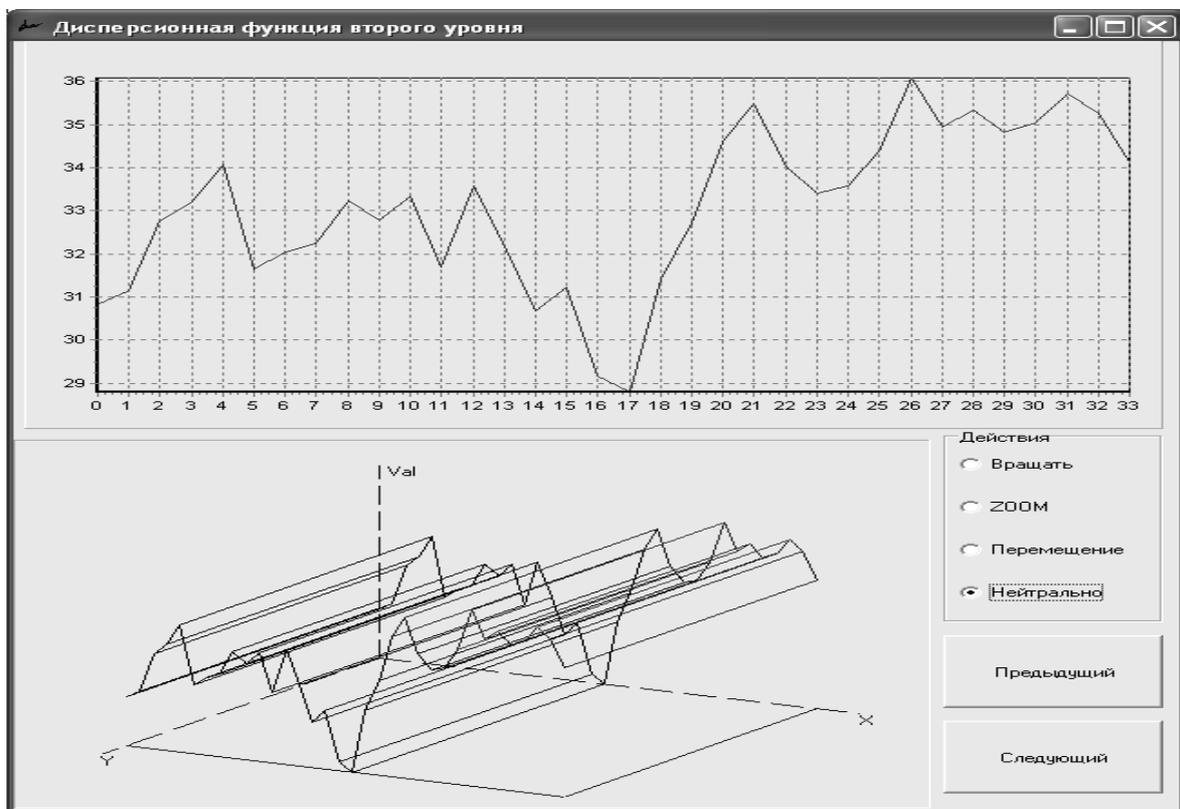


Рис. 8. Дисперсионная функция зависимости механической скорости, усл. ед., от частоты оборотов в системе “колонна – резец – скважина”, с^{-1}

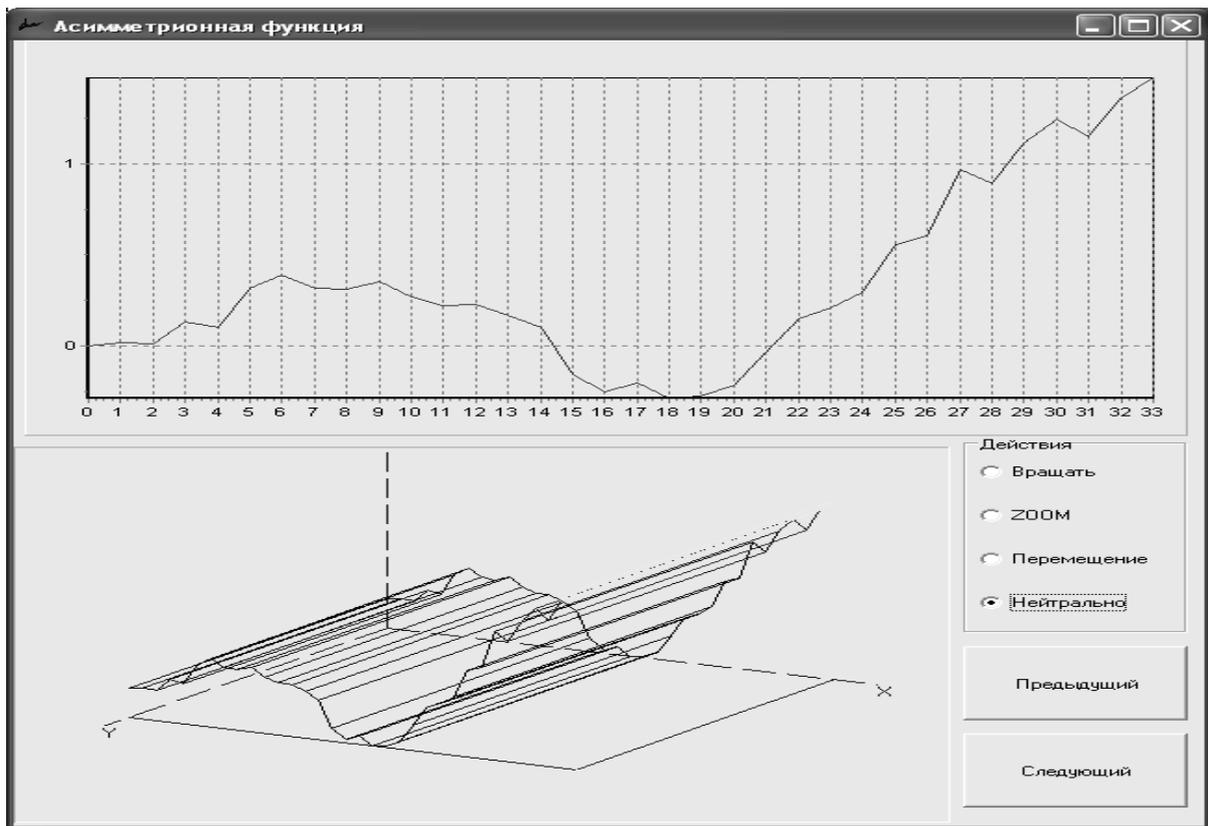


Рис. 9. Ассиметрионная функция зависимости механической скорости, усл. ед., от частоты оборотов в системе “колонна – резец – скважина”, c^{-1}

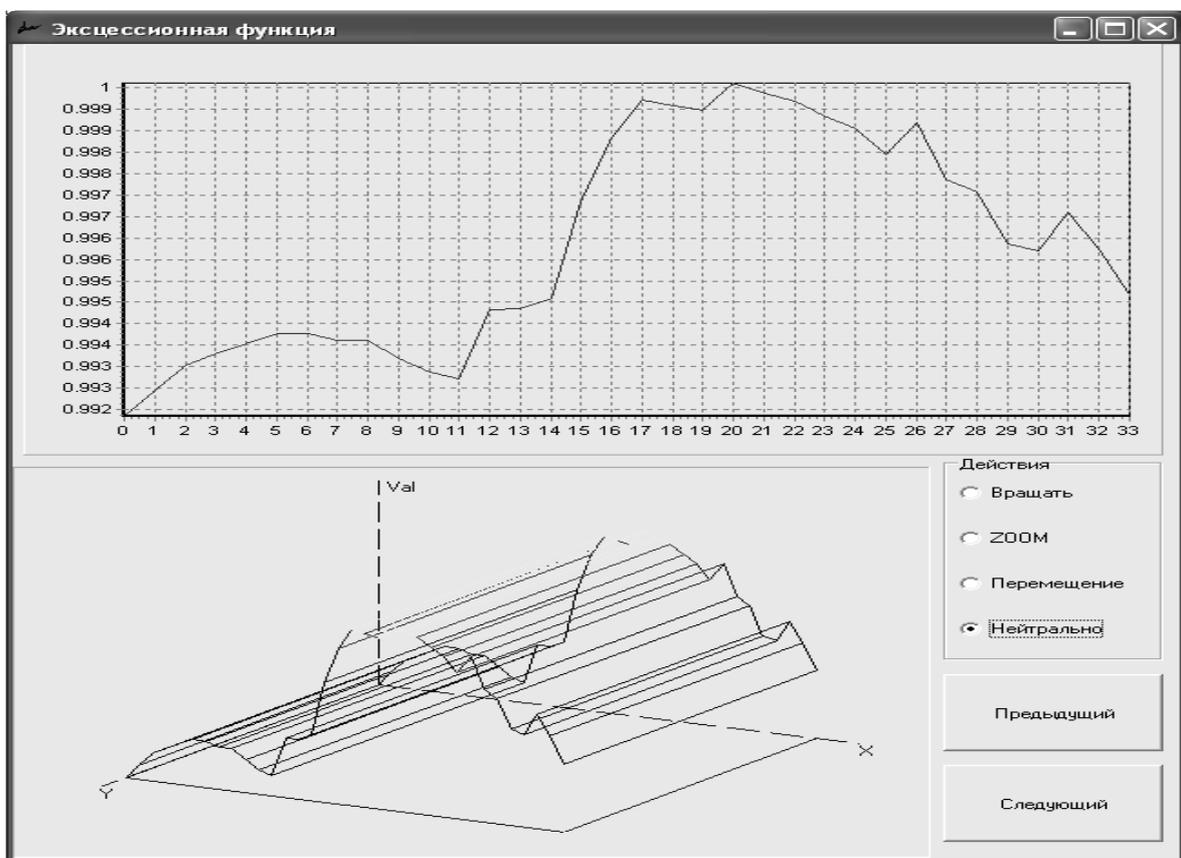


Рис. 10. Эксцессионная функция зависимости механической скорости, усл. ед., от частоты оборотов в системе “колонна – резец – скважина”, c^{-1}

Анализ полученных моментных функций относительно векторов измеренных значений проходки на алмазные коронки в зависимости от нагрузки на ПРИ, механической скорости от расхода промывочной жидкости или частоты оборотов в системе “колонна–резец–скважина” показал их информативную чувствительность по внутренним нелинейным связям значений в измеренных векторах по сравнению с исходными экспериментальными статистическими характеристиками [2, 3].

Исследуя конкретный технологический процесс бурения с позиций выделения новых информативных параметров, можно сказать, что при бурении алмазными коронками механическая скорость, как правило, пропорциональна частоте вращения ПРИ, если создается достаточная осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент [2]. Механическая скорость как информационный параметр системы управления зависит от того, какие частоты вращения “колонна–резец–скважина” могут использоваться в процессе бурения на заданную глубину. Экспериментальные исследования показали, что зависимость эта носит экстремальный характер, однако слишком пологое отображение [2]. Для выделения нелинейных характеристик связи в контурах АСУТП буровых установок, возможно, использовать дисперсионные, асимметричные и эксцессионные функции с целью оптимизации частот вращения породоразрушающих инструментов, предусматриваемых в буровых станках.

На всех рисунках приведены графические отображения как двухмерных, так и трехмерных нескольких, наиболее типичных моментных функций реальных сигналов отображения различных технологических режимов буровых установок. Они показали, что области стабильной работы системы “колонна–резец–скважина”, т.е. без значительных колебаний имеют сравнительно узкие диапазоны, что подтверждает априорное утверждение о рассмотрении буровых установок как сложных, динамически замкнутых колебательных системах. Поэтому для повышения эффективности технологического процесса бурения буровые установки должны конструктивно иметь механизмы плавной подачи ПРИ на забой, что создаст один из аспектов оптимизации процесса бурения

Список литературы

1. Мещеряков Л.І. Базова форма дисперсійної моделі гірничих технологічних комплексів // Сб. науч. тр. НГАУ. – 2004. – № 20. – С. 209–214.
2. Автоматизація процесу буріння: Монографія. /М.А. Дудля, В.М. Карпенко, О.А. Гриняк, Гошен Цзян. – Д.: Національний гірничий університет, 2005. – 207 с.
3. Кардыш В.Г. Повышение эффективности работы буровых станков – М.: Недра, 1980.-184 с.