

УДК 681.787

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА СХЕМЫ  
ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ  
ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКАХ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ**

Годовова А.С. (Университет ИТМО), Плотников М.Ю. (Университет ИТМО)

**Научный руководитель – к.т.н. Плотников М.Ю.**  
(Университет ИТМО)

В докладе представлены результаты математического моделирования динамического диапазона схемы обработки сигналов волоконно-оптической буксируемой сейсмической косы. Установлено, что динамический диапазон схемы обработки сигналов уменьшается для полигармонических сигналов со сложным спектральным составом. Полученный результат, требует внесение дополнительного запаса по динамическому диапазону в схему обработки сигналов для корректной регистрации волоконно-оптической косой сильных акустических сигналов в реальных условиях эксплуатации.

**Введение.** Объектом исследования является схема обработки сигнала с волоконно-оптической буксируемой сейсмической косы. Коса осуществляет регистрацию искусственно возбуждаемых упругих сейсмических волн акустическими методами.

Волоконно-оптическая коса содержит 96 датчиков, каждый из которых представляет собой интерферометр Майкельсона. Для того, чтобы осуществлять опрос большого числа интерферометров с помощью минимального числа источников оптического излучения, интерферометры объединены (мультиплексированы) по времени в группы по 8 датчиков на одном оптическом волокне.

Интерференционный сигнал от каждого интерферометра регистрируют на фотоприемнике и демодулируют – т.е. производят ряд математическим преобразований, получая на выходе обработки сигнал, пропорциональный измеряемому акустическому воздействию. Таким образом, становится возможной оценка величины гидроакустического воздействия по сигналу с волоконного интерферометра.

Полезный измеряемый сигнал можно охарактеризовать двумя основными параметрами – амплитудой и частотой. Динамический диапазон схемы обработки интерференционных сигналов уменьшается с увеличением амплитуды и частоты измеряемых сигналов, то есть существует сложность регистрации сильных и высокочастотных сигналов.

Используемые в сейсморазведке акустические сигналы, как правило, представляют собой мощные импульсные высокочастотные сигналы. Как следствие, в ходе регистрации таких сигналов может возникнуть превышение уровня линейного динамического диапазона схемы обработки сигналов. Возникающее ограничение динамического диапазона обусловлено ограниченностью доступной ширины полосы частот интерференционного сигнала и определяется выбранной частотой опроса датчиков и частотой вспомогательной фазовой модуляции. При этом важным с точки зрения эксплуатации косы является анализ зависимости динамического диапазона схемы обработки при регистрации сигналов со сложным спектральным составом.

**Основная часть.** С целью исследования динамического диапазона в волоконно-оптических датчиках при регистрации сигналов со сложным спектральным составом была реализована математическая модель схемы обработки в среде MATLAB.

В ходе моделирования была получена зависимость амплитуды выходного сигнала рассматриваемой схемы демодуляции от амплитуды и частоты измеряемого фазового сигнала. Она показала, что верхняя граница динамического диапазона увеличивается с уменьшением частоты измеряемого фазового сигнала. При ограничении динамического диапазона выходной

сигнал искажается, поэтому при больших частотах и амплитудах выходной сигнал не соответствует измеряемому воздействию.

Следующим этапом моделирования была замена тонального измеряемого сигнала сигналом сложного спектрального состава. В ходе моделирования в интерференционный сигнал добавлялся дополнительный измеряемый сигнал, при этом оценивался динамический диапазон схемы как в случае единственного тонального сигнала. В результате было установлено, что для полигармонических сигналов со сложным спектральным составом динамический диапазон схемы уменьшается с увеличением частоты и амплитуды добавочных спектральных составляющих измеряемого сигнала. Зависимость максимальной регистрируемой амплитуды сохраняется в виде обратной пропорциональности от частоты.

**Выводы.** В результате исследования было установлено, что истинный динамический диапазон работы схемы демодуляции волоконно-оптической буксируемой сейсмической косы для сигналов сложного спектрального состава меньше, чем для тонального сигнала. Полученный результат имеет большое практическое значение, которое заключается в том, что при наличии дополнительных помех в измеряемом сигнале, обусловленных, например, шумами буксировки косы, регистрируемые полезные сейсмические сигналы могут быть искажены из-за ограничений динамического диапазона. Исследованный эффект необходимо учитывать при разработке действующих образцов волоконно-оптических буксируемых кос, закладывая дополнительный запас по динамическому диапазону в схему обработки сигналов.