

## ЛИТЕРАТУРА

1. Большой юридический словарь. – М.: ИНФРА-М, 2014.
2. Борисов Н.Н. Роль государственного регулирования в экономике нефтепроводного транспорта России. – М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2000. – 160 с.
3. Брагинский М.И., Витрянский В. В. Договорное право. – М.: Статут, 2015. – Кн. 2: Договоры о перевозке имущества.

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СЖАТИЯ СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ОПТИМАЛЬНОЙ И СУБЪОПТИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ФАЗО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

*Е.В. Злобина, И.Э. Ильясова*

*(г. Томск, Томский политехнический университет)*

## DEVELOPMENT AND RESEARCH METHODS OF COMPRESSION OF COMPLEX SIGNALS BASED ON OPTIMAL AND SUBOPTIMALNOY PROCESSING PHASE RESPONSE

*E.V. Zlobina, I.E. Ilyasova*

*(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)*

The article provides further study of information possibilities phase response of seismic signals to improve resolution records in a thin-layered environment. In the paper, new algorithm of compression of complex signals based on optimal and sub optimal treatment of their phase response of proposed.

Keywords: compression of complex signals, deconvolution, phase response methods of tracking seismic signals, statistical model of the wave field.

В настоящее время задачи сжатия сложных сигналов решаются во многих прикладных областях, например, в радио- и гидролокации, навигации, геофизике и т.д. Особое место эти задачи имеют при обработке и интерпретации сейсмических данных, получаемых при поиске нефтяных и газовых месторождений в тонкослоистых средах. В таких условиях на сейсмозаписях наблюдается интенсивная интерференция отраженных волн, и проследить границы раздела геологических сред становится крайне затруднительно. Ситуация еще более усложняется из-за наложения нерегулярных помех, присутствующих на всех сейсмических записях.

Для прослеживания границ в тонкослоистых средах предложено немало алгоритмов предварительной фильтрации, которые основаны, как правило, на методах деконволюции. С математической точки зрения деконволюция является операцией, основанной на обратной свертке сигналов [1]:

$$F(x) = Y(x) / H(x) = Y(x)H^{-1}(x) \Leftrightarrow y(k) \otimes h^{-1}(n) = f(k), \quad (1)$$

где индексом "-1" обозначена передаточная функция оператора обратного фильтра.

Как видно, из выражения (1), для реализации подобных алгоритмов необходимо иметь полную информацию о комплексном спектре сигнала, а кроме того синтезировать передаточную функцию обратного фильтра, что является весьма непростой задачей. Учитывая, что на практике форма регистрируемых сигналов часто неизвестна, в методах деконволюции широко используют энергетические спектры, а фазовые характеристики отраженных волн считают либо минимально фазовыми, либо линейными. Между тем, в фазу сейсмического сигнала, а точнее в сложный закон изменения его фазового спектра (ФЧХ) заложена важная информация о временном

положении сигнала, а, следовательно, и о положении отражающих границ, таким образом, оптимальная обработка ФЧХ сигнала реализует оптимальный метод определения его временного положения [2].

В связи с выше изложенным, в докладе предлагается для сжатия сейсмических сигналов использовать методы, основанные на оптимальной и субоптимальной обработке ФЧХ отраженных волн. С этой целью необходимо построить алгоритмическое и программное обеспечение для фазо-частотного прослеживания волн, провести исследования эффективности предложенных алгоритмов на статистических моделях волновых полей и реальных сейсмических данных. Получить количественные оценки сжатия путем исследования разрешения сигналов в зонах их интерференции и сравнить полученные оценки с оценками для методов деконволюции.

Для решения поставленных задач был предварительно проведен обзор известных методов деконволюции и в качестве базового принят метод корректирующей деконволюции [3]. Основная идея данного метода заключается в сочетании идеального обратного фильтра с полосовой фильтрацией, позволяющей наиболее просто учитывать априорную информацию о характеристиках волнового поля при выборе параметров фильтра, и разработан алгоритм для его реализации.

В качестве базового метода, реализующего процедуры обработки ФЧХ сейсмических сигналов был выбран метод фазо-частотного прослеживания [4] и на его основе разработаны алгоритмы с равновесной и неравновесной обработкой. В общем случае, функция качества  $L(\tau)$  для таких алгоритмов может быть выражена в виде:

$$L(\tau) = \sum_{k=1}^n W(f_k) \cos(\varphi(f_k) - 2\pi f_k \tau), \quad (2)$$

где  $W(f_k)$  принимаемая весовая функция,  $\varphi(f_k)$  – мгновенный фазовый спектр выделяемого участка сейсмотрассы.

Временное положение волн оценивается по положению максимума функции  $L(\tau)$ , которая формируется при перемещении окна анализа  $\tau$  вдоль сейсмической трассы. Для равновесного алгоритма весовая функция принимается равной единице во всей используемой полосе частот, для алгоритмов с неравновесной обработкой  $W(f_k)$  задается треугольной, синусоидальной или экспоненциальной формы. Мгновенный фазовый спектр в предлагаемом алгоритме находится путем дискретного преобразования Фурье (ДПФ) и доопределяется во всей анализируемой полосе частот.

Разработанные в соответствии с выражениями (1) и (2) алгоритмы, были реализованы в математическом пакете Matlab. Для исследования эффективности данных алгоритмов была синтезирована статистическая модель волнового сейсмического поля в виде суперпозиции импульсов с колокольной огибающей и аддитивного гауссова шума. Построенная модель позволяла генерировать импульсы с различными временами вступления, а также задавать необходимое отношение сигнал/шум. Полученные первые результаты показали работоспособность обоих алгоритмов и их способность к сжатию сигналов, что проявилось в увеличении разрешения импульсов на статистической модели сейсмической записи. Однако, говорить о преимуществах предлагаемого подхода к сжатию сигналов на основе оптимальной обработки ФЧХ пока преждевременно, так как проведено недостаточное число экспериментов и не получены количественные характеристики сжатия. Решению этих задач будет уделено первостепенное внимание при дальнейших исследованиях.

Таким образом, в результате проведенных работ показана принципиальная возможность синтеза алгоритмов сжатия сложных сигналов на основе оптимальной и субоптимальной обработки их ФЧХ. Построена статистическая модель волнового сейсмического поля для дальнейших исследований разрешающей способности предлагаемого подхода и сравнения его с методами деконволюции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. M. Cooke, H. J. Trussell, I. J. Won, "Seismic deconvolution by multipulse methods" IEEE Trans. Acous. Speech, Signal Process. 38, 1990, pp. 156-160
2. Худяков Г.И. О потенциальной точности определения временного положения флюктуирующих сигналов // Вопросы радиоэлектроники. Серия: Общие вопросы радиоэлектроники, 1984, вып. 8, с. 55-60.
3. Козлов Е.А., Гогоненков Г.Н., Лернер Б.Л. и др. Цифровая обработка сейсмических данных. – М: Недра, 1973. – 312 с.
4. Kochegurov A. I., Kochegurova E. A., Kupina N. A. Detection accuracy of the temporary state of complex signals using phase-frequency tracking methods with equilibrium and non-equilibrium processing // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2015, - vol. 342. – pp. 27-36.

### **ЭФФЕКТ ФИНАНСОВОГО РЫЧАГА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ЗАЕМНЫХ СРЕДСТВ НЕФТЕГАЗОВЫМИ КОМПАНИЯМИ**

*А.Н. Карякина, В.Б. Романюк, Е.М. Вершкова  
(г. Томск, Томский политехнический университет)*

### **LEVERAGE EFFECT AS AN INDICATOR OF BORROWING FEASIBILITY OIL AND GAS COMPANIES**

*A.N. Karyakina, V.B. Romanyk, E.M. Vershkova  
(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)*

The aim of this study is the analysis and evaluation of ratio between equity and debt capital of organizations, which provide the optimal proportion between the level of return on equity and the level of financial stability. The purpose of the financial policy of any organization is to maximize the return on equity, cost of capital growth and to minimize the weighted average cost of capital. The object of research is OJSC "Surgutneftegaz". The company is one of the largest companies in the Russian oil sector. On the basis of the forms of financial reporting we made the calculation of following indicators: economic profitability, financial leverage effect. The study made the forecast calculation in the three scenarios of development of enterprises under different conditions of capital financing from own and borrowed sources of financing. The use of financial leverage indicator to determine the feasibility of borrowing effect clearly demonstrated the need for adjustment of the financial policy of OJSC "Surgutneftegaz". Recommendations to improve the credit policy of the organization were made.

Keywords – oil, effect, economic efficiency, differential, optimization

В настоящее время кредитные средства являются достаточно дорогим источником капитала для нефтегазовых компаний. Значительный рост процентных ставок по кредитам поставил под вопрос эффективность и целесообразность привлечения нефтегазовыми компаниями заемных средств для финансирования своей деятельности. В данном случае важное значение приобретает показатель эффекта финансового рычага (финансового левериджа), с помощью которого формируется рациональная структура финансовых средств компании. С помощью знания эффекта финансового рычага компания сможет ответить на вопрос о том, стоит ли дальше наращивать заемные средства [1].

Эффект финансового рычага (ЭФР) представляет собой приращение рентабельности собственных средств, получаемое в результате использования заемных