

УДК 528.082, 551.521.2, 622.276.5.001.42

## АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ И ВЫБОР ИНТЕРВАЛА ВРЕМЕНИ ЭКСПОЗИЦИИ В СИСТЕМЕ ИЗМЕРЕНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ ПО ГЛУБИНАМ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ СКВАЖИН

Артамонов Александр Сергеевич

Студент;

ГОУ ВПО «Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»,

Институт системного анализа и управления;

141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;

e-mail: artas\_90@mail.ru.

*Процесс бурения и последующей эксплуатации нефтяных и газовых скважин осуществляется при обязательном измерении совокупности параметров среды как внутри скважины, так и в затрубном пространстве.*

*Настоящая статья посвящена анализу погрешности измерения газодинамических параметров среды и влияния на эти погрешности интервала времени экспозиции процедуры измерения на заданной глубине скважины. От определения интервала экспозиции будет зависеть скорость опускания в скважину зонда. В статье описывается структура, принцип работы системы измерения. На примере рассмотренной имитационной модели процесса измерения гамма излучения найдена зависимость дисперсии ошибки измерения интенсивности этого излучения от величины интервала времени экспозиции однократной процедуры измерения.*

**Ключевые слова:** система измерения параметров, интенсивность гамма излучения, дисперсия ошибок измерения.

## ANALYSIS OF MEASUREMENT ERRORS AND CHOICE OF TIME INTERVAL IN THE SYSTEM FOR MEASURING GASDYNAMICAL PROPERTIES THROUGH DEPTH OF OIL AND GAS WELLS

Artamonov Alexander

Student;

Dubna International University of Nature, Society, and Man,

Institute of system analysis and management;

141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;

e-mail: artas\_90@mail.ru.

*The process of drilling and further exploitation of oil and gas wells is carried out with by measuring a set of parameters of the environment both inside and outside wells.*

*This article is devoted to analysis of parameters measurement error and effects on them time exposure at given well depths. The article describes the structure, the operation principle of the measurement system. On the example of the considered simulation model of measurement of gamma radiation, dependence of measurement error variation intensity of this radiation on the time exposure has been found.*

**Keywords:** system for measuring parameters, intensity of gamma radiation, measurement error variation.

### 1. Назначение и описание принципа работы системы

Система измерений представляет собой некоторый зонд, опускаемый с определённой скоростью внутри трубы. Она предназначена для проведения геофизических исследований в действующих скважинах газовых, нефтяных, газоконденсатных месторождений и подземных хранилищ газа.

Система должна обеспечивать измерение температуры и давления, интенсивности естественного гамма-излучения, определение фазового состава флюида, индикации скорости потока газа и уровня акустического шума.

На функциональной схеме, представленной на рис. 1, отображены основные блоки системы и схематично показана их взаимосвязь.

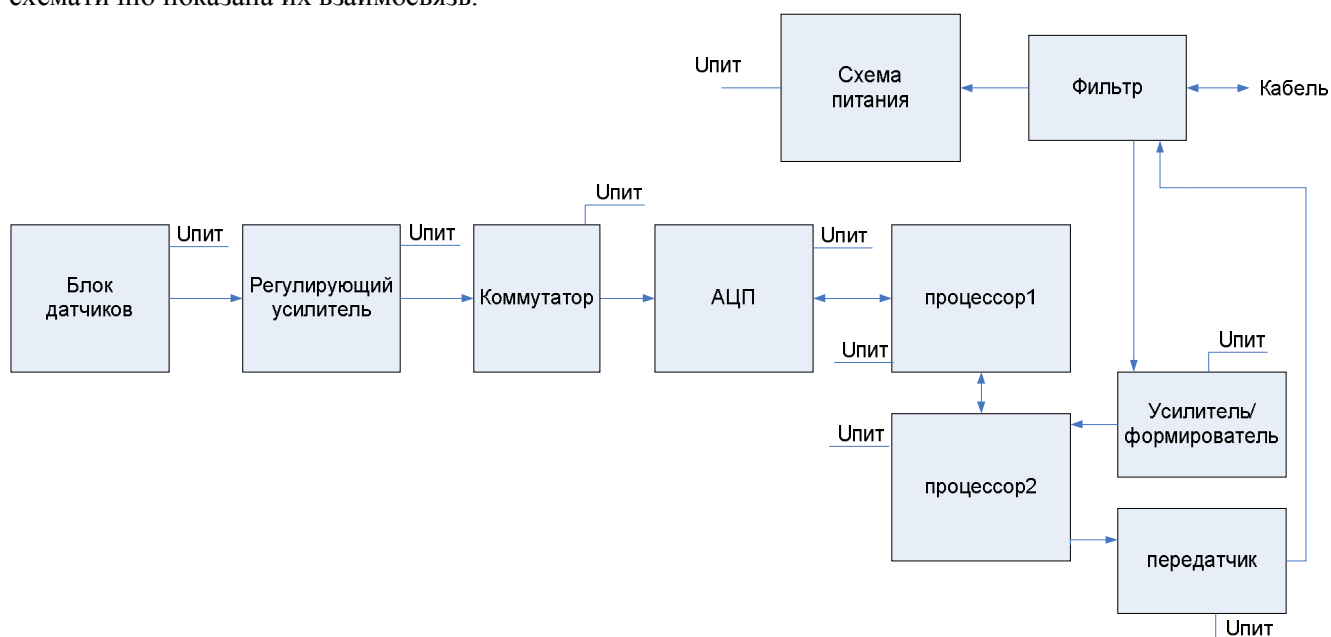


Рис. 1. Функциональная схема системы измерения параметров среды внутри скважины

При включении, постоянное напряжение с кабеля через разделительный фильтр поступает на схему питания, в которой вырабатываются стабилизированные напряжения для питания всей системы.

Управление работой скважинной системы осуществляется по команде с наземной станции. Команда управления с кабеля через разделительный фильтр поступает на усилитель-формирователь приёмного устройства, в котором из аналогового сигнала формируются прямоугольные импульсы. Далее эти импульсы поступают на дешифратор, выполненный на процессоре 2, где происходит их распознавание. В этом дешифраторе программным способом определяется, какой сигнал поступает на вход прибора – команда или помеха. В случае прихода помехи программа переходит в режим ожидания команды. При приходе команды происходит анализ пришедшей команды и её передача для дальнейшего исполнения. Это может быть выдача тестовых команд, команда опроса каналов или команда управления.

Процессор 2 является управляющим для процессора 1. Он управляет работой каналов, осуществляет запрос на выдачу данных и принимает данные по каналам. Полученные данные процессор 2 преобразует в кодовую посылку в формате «Манчестер II» и посылает на передающее устройство, в котором происходит усиление и окончательное формирование кодовой посылки. Данная посылка через разделительный фильтр поступает на кабель.

Параметры среды должны определяться с помощью блока датчиков:

- датчик термометра;
- датчик давления;
- датчик влагомера;
- датчик регистрации гамма-излучения;
- датчик индикатора скорости.

Датчик температуры представляет собой термистор – полупроводниковый резистор, электрическое сопротивление которого существенно зависит от температуры. Температурные измерения в скважине проводятся с целью:

1. изучения распределения температуры в геологическом разрезе, вскрытом скважиной, и определения геотермического градиента – физическая величина, описывающая скорость изменения температуры Земли в зависимости от расстояния от поверхности;
2. определения температуры по глубине ствола скважины;
3. определения высоты подъема цемента в затрубном пространстве;
4. исследования технического состояния скважины.

Все эти данные используются при интерпретации каротажных материалов и для оценки условий работы бурового инструмента и геофизических приборов.

По выявленным в скважине локальным температурным аномалиям определяют места притока пластового флюида (нефти, воды, газа и газоконденсата) в скважину, зоны потери циркуляции, интервалы затрубного движения жидкости и т. д.

Датчики давления базируются на принципе изменения сопротивления при деформации тензорезисторов, приклеенных к упругому элементу, который деформируется под действием давления.

Датчик влагомера – диэлькометр, определяет содержание воды в жидкости, заполняющей ствол скважины. Для этой цели применяется скважинный влагомер, основанный на измерении частоты генератора с  $LC$ -контуром, между обкладками конденсатора которого находится исследуемая жидкость. Емкость конденсатора, а следовательно, и частота генератора изменяется в зависимости от диэлектрических свойств жидкости. Поскольку диэлектрические свойства нефти и воды (пластовой или нагнетаемой) различны, удастся определить положение водонефтяного раздела в стволе скважины и оценить содержание воды в водонефтяной смеси, поступающей из пласта.

Датчик индикатора скорости измеряет скорость потока жидкости по стволу скважины с целью определения характера (профиля) притока жидкости в эксплуатируемых нефтяных скважинах или профиля расхода (приемистости) воды в нагнетательных скважинах.

Измерения проводятся механическими расходомерами, основной рабочей частью которого является крыльчатка, вращающаяся под действием потока жидкости. Скорость вращения крыльчатки зависит от скорости потока. Вращательное движение крыльчатки преобразуется в электрические импульсы, которые по кабелю передаются на поверхность.

По данным измерений строят кривую дебита или расхода жидкости. Характер профилей притока и расхода позволяет судить о необходимости проведения работ по интенсификации притока, а также несет информацию об эффективной мощности продуктивного пласта.

Датчик регистрации гамма-излучения предназначен для определения интенсивности естественного гамма-излучения и определения соответствующего состава среды. Датчик регистрации гамма-излучения выполнен в виде кристалла с колодцем, в который помещено чувствительное к нейтронам сцинтиллирующее вещество, обладающее способностью излучать свет при поглощении ионизирующего излучения. Излучение на кристалле испускает квант света, который поступает на фотоэлектронный умножитель (ФЭУ), служащий для преобразования потоков света в электрические импульсы.

Для определения шума на разных частотах используются пьезоэлектрические датчики. Сигналы с блока датчиков после усиления поступают на АЦП. В АЦП происходит преобразование аналогового сигнала в цифровой код. Управляет работой коммутатора и АЦП процессор<sup>1</sup>. На коммутатор с процессора поступает код номера канала, информацию с которого необходимо получить в данный момент.

Совокупность погрешностей измеренных значений параметров оказывается коррелированной. В частности, проявляется зависимость от температуры, которая существенно зависит от глубины, на которой происходит измерение параметров среды.

## 2. Анализ влияния величины интервала времени экспозиции однократной процедуры измерения интенсивности гамма излучения на дисперсию ошибок измерения

Рассмотрим следующую модель измерителя интенсивности гамма излучения. Пусть задано излучение в виде пуассоновского потока с интенсивностью  $\lambda = 10$ . Плотность распределения вероятностей пуассоновского потока описывается следующим выражением

$$P1(k) := \frac{\lambda^k}{k!} \cdot e^{-\lambda}.$$

Интересным свойством этого случайного процесса является то, что математическое ожидание и дисперсия случайной величины, подчиняющейся этому закону, имеют одно и тоже значение и равны величине интенсивности  $\lambda$ . На рис. 2 представлены результаты имитационного моделирования в среде matchad процесса измерения интенсивности потока при односекундном  $J_{0,j}$ , пятисекундном  $J_{1,j}$  и сорокапятисекундном  $J_{9,j}$  интервалах времени измерения (интервале экспозиции).

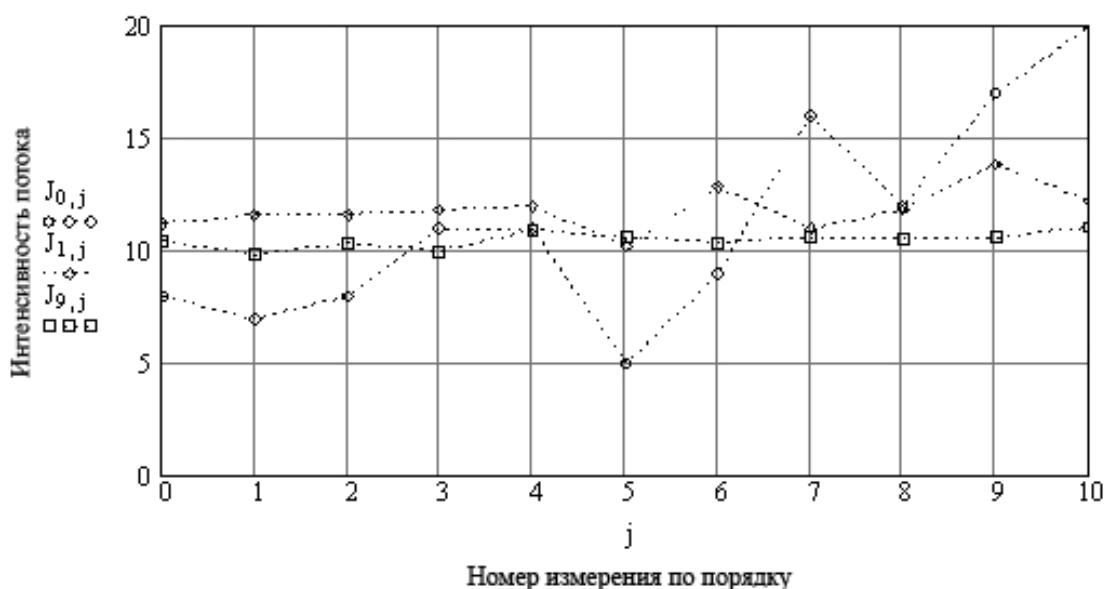


Рис. 2. Результаты однократной процедуры измерения интенсивности  $J_{0,j}$ ,  $J_{1,j}$ ,  $J_{9,j}$  при различных интервалах времени измерения, соответственно односекундном, пятисекундном и сорока пяти секундном интервалах

На рис. 3 представлены значения дисперсии ошибок измерения интенсивности гамма излучения по результатам имитационного моделирования процедуры измерения при различных значениях интервала времени измерения (длительности экспозиции).

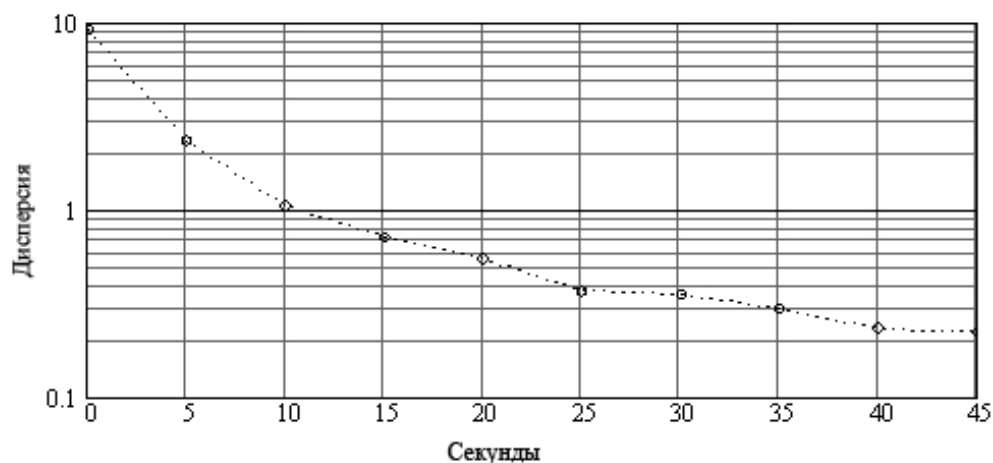


Рис. 3. Дисперсия ошибок измерения в зависимости от интервала времени измерения

Как видно из графиков рис. 2 и 3, чем больше интервал времени измерения, тем больше произведено отсчетов, следовательно, погрешность измерения стремится к нулевому значению.

## Выводы

При разработке системы измерения параметров среды внутри скважины и затрубного пространства необходим тщательный подход к выбору скорости опускания зонда внутрь скважины. Величина скорости опускания зонда задаёт значения интервалов времени однократного измерения параметров среды. По результатам имитационного моделирования процедуры измерения интенсивности гамма излучения видно, что при односекундном интервале дисперсия ошибки количественно оценивается одной величиной, а при сорока пяти секундном интервале эта дисперсия оказывается в пятьсот раз меньше.

## Список литературы

1. Зотова Г. А., Алиева З. С. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин. – М.: Недра, 1980.
2. Молчанов А. А., Лаптев В. В. Аппаратура и оборудование для геофизических исследований нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 1987.
3. Хисамов Р.С. Гидродинамические исследования скважин и методы обработки результатов измерений. – М., 2000.