

Имитационная модель первичного преобразователя радиоизотопной измерительной системы нефтяных потоков

Виктор ЛИФЕРЕНКО,
д. т. н., профессор
Руслан ПРОСКУРЯКОВ,
д. т. н., профессор
Александра КОПТЕВА

Сегодня одной из главных задач при учете нефтяных ресурсов является разработка высокоточных датчиков покомпонентного состава углеводородов. Это обусловлено тем фактом, что при добыче нефти из скважины извлекается не чистый продукт, а нефте-газоводяная эмульсия. (Например, свободный газ в нефти, после процесса сепарации, может достигать 2% от всего объема транспортируемого потока, при добыче в России около 600 млн т/год.) Неточность выполнения измерений и контроля транспортируемой нефти в измерительных линиях коммерческих узлов учета и недостоверность полученных лабораторных результатов о качестве углеводородного сырья приводят к многомиллионным потерям для государства и предприятия, создают разногласия между поставщиком и потребителем, обостряют обстановку как внутри страны, так и на международной арене, уменьшают эффективность управления технологическими процессами и снижают уровень производства [1].

Введение

Эффективность измерительных приборов напрямую зависит от отсутствия влияния на ход исследуемых процессов. Разрабатываемый прибор, основанный на комптоновском рассеянии, состоит из двух составляющих: первичного преобразователя, взаимодействующего с исследуемой средой и выявляющего информативный параметр, и вторичного прибора, в котором происхо-

дит обработка, градуировка, представление и передача полученного значения.

При движении потока отдельные компоненты регистрируются первичным преобразователем, предварительно отградуированным на газосодержание, за счет «просвечивания» потока жестким электромагнитным излучением (в данном случае это гамма-излучение изотопа Cs_{137}). Схематическое изображение установки приведено на рис. 1.

Имитационная модель выходного сигнала вторичного преобразователя

Радиоизотопный измеритель плотности (РИП) — это сложная система оборудования, включающая большое количество процессов. Необходимость изучения полученного аналогового сигнала, дороговизна лабораторного оборудования и большое количество различных вариантов — все это обусловило разработку и применение мощного виртуального математического аппарата для моделирования.

На рис. 2 приведена структура разрабатываемой виртуальной модели в системе LabVIEW. С помощью генераторов случайных чисел мы получили полную имитацию полученного сигнала с имитатором пузырей, постоянно детектируемым прямым и рассеянным излучением и соответствующими шумами, что позволяет производить последующую обработку данных и находить неизвестные ранее значения зависимости [2].

При этом функции Slide и Slide2 изменяют амплитудное и временное положение сигналов.

Световой индикатор Boolean позволяет наглядно детектировать сигналы, превышающие заданное значение амплитудного параметра. Так, например, при большом скоплении пузырей свободного газа в пункте контроля и учета нефтепродуктов персонал незамедлительно получит световой сигнал от индикатора.

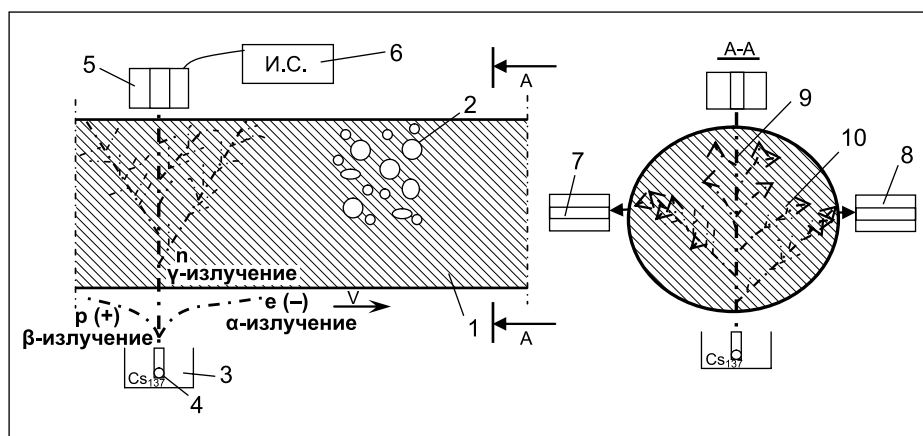


Рис. 1. Структура радиоизотопной измерительной системы:

- 1 — участок трубы с многокомпонентным потоком, движущимся со скоростью V ; 2 — пузырьки свободного газа;
- 3 — блок излучения; 4 — источник излучения (химический элемент Cs_{137});
- 5 — блок детектирования прямого излучения N_1 ; 6 — интеллектуальная система;
- 7, 8 — блоки детектирования рассеянного излучения N_2 и N_3 соответственно;
- 9, 10 — прямое и рассеянное гамма-излучение соответственно

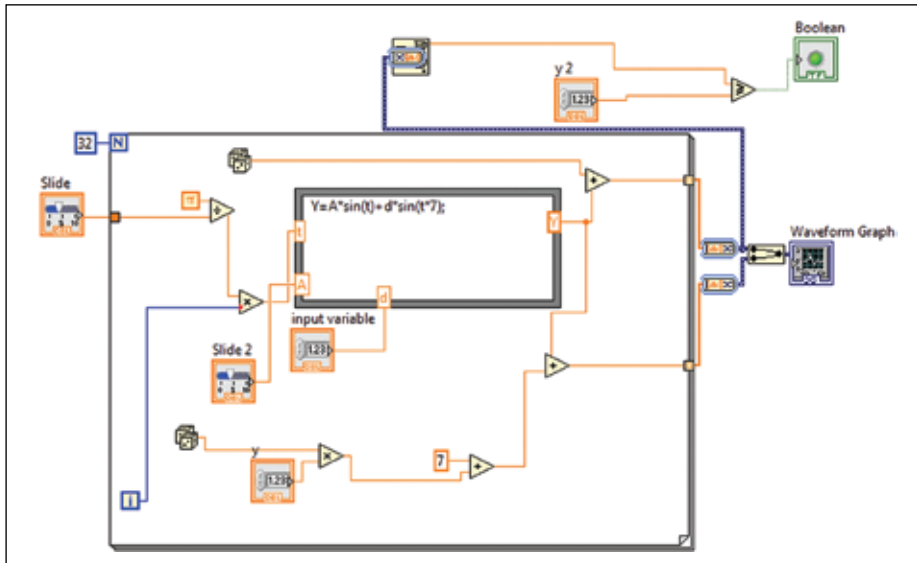


Рис. 2. Виртуальная модель выходного сигнала в системе Labview

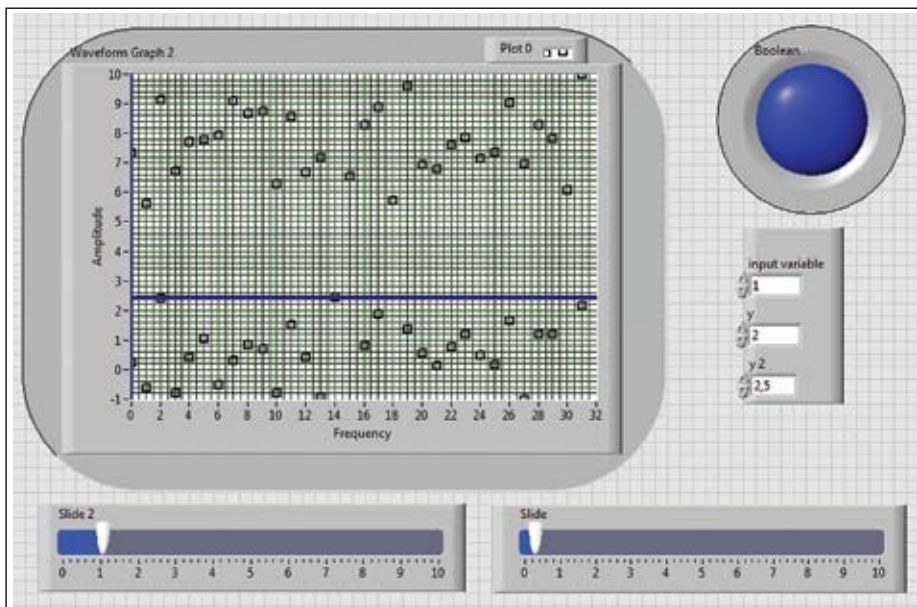


Рис. 3. Лицевая панель имитационной модели

Типичная кривая с выхода датчика изображена на рис. 3.

Анализ верхнего шума и нижней эпюры позволяют вычислить все статистические свойства данного сигнала и подобрать для конкретной скважины типичную картину. Это необходимо для анализа поведения кривой во времени и позволит проследить ее динамику. С помощью полученной имитационной модели можно осуществлять мониторинг системы без больших затрат на лабораторное оборудование и время, а также провести эксперименты с большим числом всевозможных испытаний.

- Существенно экономить время, затрачиваемое на подготовку и проведение сложных лабораторных испытаний, а также на приведение полученных данных к исходному виду для последующей обработки.
- Экономить средства, затрачиваемые на дорогостоящее лабораторное оборудование.
- Полностью исключить контакт с опасным радиоизотопным излучением.

Результаты, полученные при моделировании, соответствуют результатам лабораторных испытаний, что доказывает адекватность разрабатываемой имитационной модели. ■

Заключение

Следует отметить, что имитационное моделирование выходного сигнала первичного преобразователя радиоизотопной измерительной системы позволяет:

Литература

1. Акимов В. Ф. Измерение расхода газонасыщенной нефти. М.: Недра, 1978.
2. Суранов А. Я. LabVIEW 7: справочник по функциям. М.: ДМК Пресс, 2005.