

## ВЕБ-СЕРВИС ОБНАРУЖЕНИЯ И КОРРЕКТИРОВКИ ОШИБОК В ДАННЫХ НА ПРОМЫСЛАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЙ

И.В. Евсюткин, Н.Г. Марков  
Томский политехнический университет  
pzerag@mail.ru

### Введение

Большие объёмы разнородных технологических и геологических данных с датчиков и ручного ввода аккумулируются в информационных системах (ИС) промыслов по добыче углеводородного сырья (УВС). Для датчиков характерны сбои, ручной ввод также может давать ошибки в данных: опечатки, не соблюдение единиц измерений и их порядков и т. д. В результате базы данных (БД) таких ИС содержат частично ошибочную, пропущенную и искажённую информацию.

При решении задач интенсификации добычи УВС важно, чтобы технологические данные по фонду скважин и геологические данные по месторождению были актуальны и не содержали пропусков и ошибок. Это важно и для дальнейшего комплексного анализа таких данных и принятия решений при выборе скважин-кандидатов для проведения геолого-технических мероприятий (ГТМ).

Однако в реальности на промыслах другая картина. Например, в БД ИС управления производством «Магистраль-Восток», в которой за более чем десять лет эксплуатации накопился огромный объём данных, довольно много пропущенных данных и ошибок ручного ввода [1].

Многие методы анализа данных, в том числе интеллектуальные, очень чувствительны к пропускам и выбросам в данных. Некоторые из них в таких случаях следует применять с осторожностью. Это, в первую очередь, методы искусственных нейронных сетей и кластерного анализа [2].

Ручная инспекция данных сложна ввиду чрезвычайно больших объёмов данных, например, некоторые значения технологических параметров поступают в БД каждые 15 минут. Более того, просмотр данных человеком по-прежнему не застраховывает от новых ошибок. Поэтому перспективным решением является использование специальных программных средств, реализующих методы и правила обнаружения и исправления ошибок в данных.

Целью данной работы является создание такого программного обеспечения для использования на промыслах. Программное обеспечение создаётся в виде веб-сервиса для последующего включения его в более крупные ИС компаний [3].

### Используемые методы и алгоритмы

Итак, ставится задача создания программного обеспечения, реализующего большое число методов и алгоритмов обнаружения и корректировки ошибок в данных. Среди них, например, методы поиска выбросов, интерполяции значений параметров и т. д.

Известно, что каждый параметр месторождения должен находиться в определённом диапазоне значений в зависимости от месторождения и условий его эксплуатации. Например, некоторые из них изменяются так [4]:

- *Скин-фактор* – гидродинамический параметр, характеризующий дополнительное фильтрационное сопротивление течению флюидов в окколескваженной зоне пласта, приводящее к снижению дебита по сравнению с совершенной (идеальной) скважиной. Для совершенной скважины лежит в диапазоне [-1; 5].
- *Вязкость* – свойство жидкости или газа оказывать сопротивление перемещению одних её (его) частиц относительно других. Нефть в пласте находится под давлением и при более высокой температуре, а также содержит растворённый газ, в отличие от условий на поверхности. Диапазон [1.3; 163.4 мм<sup>2</sup>/с] при 20 °С.
- *Плотность нефти* – зависит от состава нефти, количества и состава растворённого в ней газа, температуры и давления: диапазон [762; 960 кг/м<sup>3</sup>] при 20 °С.
- *Проницаемость* – способность горных пород пропускать через себя жидкости и газы. Коэффициент проницаемости характеризует размер сечения каналов пористой среды, по которым происходит фильтрация. Для большинства нефтяных месторождений коэффициент колеблется в интервале [10-13; 2\*10<sup>-12</sup> м<sup>2</sup>], для газовых – до [5\*10<sup>-15</sup> м<sup>2</sup>].
- *Газовый фактор* – количество растворённого газа в нефти, количество газа, выделяющегося из нефти при снижении давления до атмосферного, отнесённое к 1 м<sup>3</sup> или 1 т дегазированной нефти. Пределы: [400; 1000 м<sup>3</sup>/т].
- *Нефтенасыщенность* (газо- или водонасыщенность) – характеризует запасы нефти в пласте, долю объёма пор в породе, заполненную нефтью. Обычно S<sub>нефти</sub> = 65-94%, S<sub>воды</sub> = 6-35% (зависит от созревания пласта). S<sub>воды</sub> + S<sub>нефти</sub> + S<sub>газа</sub> = 1. При S<sub>воды</sub> > 80%, фильтрация газа и нефти стремится к нулю.

Учитывая эти диапазоны значений перечисленных параметров можно определить ошибочные значения, а для их исправления использовать различные зависимости, например, закон Дарси или метод интерполяции исправляемых значений по соседним корректным значениям. Понятие корректности здесь довольно относительно, ведь даже лежащие в рамках диапазона значения конкретного параметра могут быть ошибочны или намеренно занесены пользователями в некорректном виде.

Ввиду этого корректно можно обнаруживать и исправлять не все ошибки.

Ряд параметров в силу своей природы не могут изменяться резко. Так вязкость, проницаемость, мощность продуктивного пласта могут считаться геологами постоянными в течение длительного времени (до года). Тогда в результатах ручного ввода одного и того же значения таких параметров, легко распознать ошибку в порядке числа и автоматически её исправить.

При исправлении значений параметров важно учитывать технологические режимы (запланированные на следующий месяц значения уровней добычи УВС). В идеале фактические (измеренные) значения уровней добычи должны совпадать с этими прогнозными или незначительно отличаться от них. В действительности же различия могут быть существенны, особенно если в течение месяца произошла остановка скважины или проводились ГТМ. Такие события необходимо отслеживать и учитывать в виде правил корректировки. Различные виды работ (ремонт скважин и ГТМ) по-разному влияют на параметры скважины. Всё это было учтено при разработке методов и алгоритмов, правил обнаружения ошибок и при корректировке ошибок.

#### **Особенности веб-сервиса**

Реализация веб-сервиса осуществлена с использованием интегрированной среды разработки Microsoft Visual Studio 2017 на языке C# 7.0 и на платформе .NET 4.7 по технологии ASP.NET Core 2.

Программное обеспечение, разработанное в виде веб-сервиса, включает в себя следующие модули:

- взаимодействия с БД (загрузка данных, синхронизация с поступающим потоком новой информации, занесение в БД скорректированных значений);
- инструменты визуализации данных по каждому объекту фонда скважин и по каждому его параметру в виде отображения временного ряда с указанием событий на графике (остановок скважин, ГТМ и т. п.).
- набор методов, алгоритмов и правил, реализованных в виде модулей исправления данных, с возможностью их расширения и модификации существующих за счёт гибкости архитектуры сервиса и продуманного пользовательского интерфейса.

Пользовательский интерфейс веб-сервиса включает в себя иерархию объектов «скважины –

кусты – месторождения», списки их параметров, а также набор методов, алгоритмов и правил обнаружения и корректировки ошибочных значений в данных. Специалист, работающий с сервисом, может оценить результат работы визуально (какие данные были и какие стали после исправления) по двум графикам временных рядов, на которых отмечаются также все события (ГТМ, остановки скважины и т. д.) в выбранном временном диапазоне. Веб-сервис имеет возможность гибкой настройки реализованных алгоритмов и правил. Например, корректировка значений параметра по формуле, границ диапазона изменений параметра, видов интерполяции и сглаживания, исправление порядка чисел при ошибках ручного ввода и т. д.

#### **Заключение**

ИС управления производством нефтегазодобывающих компаний нуждаются в постоянном контроле корректности поступающих в них больших объёмов разнородных технологических и геологических данных. Ручной способ выявления и исправления ошибок при решении этой задачи неэффективен. В связи с чем был создан веб-сервис для оказания поддержки специалисту-геологу и технологу при обнаружении и корректировке данных на промыслах.

#### **Благодарности**

Исследования были финансово поддержаны по гранту РФФИ №18-47-700010p\_a.

#### **Список использованных источников**

1. Марков Н.Г. Информационно-управляющие системы для газодобывающего производства. - Томск: изд-во ТПУ, 2016, - 261 с.
2. Материалы открытого курса OpenDataScience и Mail.Ru Group по машинному обучению. [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/company/ods/blog/344044/> (дата обращения 12.11.2018).
3. Markov N., Vasilyeva E., Evsyutkin I. The intellectual information system for management of geological and technical arrangements during oil field exploitation. Journal of Physics: Conference Series, 2016, - Vol. 803, No. 1.
4. А. А. Коршак, А. М. Шаммазов Основы нефтегазового дела: Учебник для вузов. - 3-е изд., испр. и доп. – Уфа.: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2005 – 528 с.