

# АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Савельев А.О.

Томский политехнический университет

sava@tpu.ru

## Введение

Основным инструментом стабилизации уровня добычи и повышения эффективности разработки является проведение большого объема геолого-технических мероприятий (ГТМ).

В качестве целей проведения подобных мероприятий выступают: повышение коэффициента эксплуатации нефтяных скважин (относительная длительность работы скважины), поддержание базовой добычи нефти, интенсификация добычи нефти, повышение нефтеотдачи пласта [1,2].

Задачу выбора вида ГТМ можно представить следующим образом. Имеется  $G = \{G_n\}$  – множество технологий проведения ГТМ, из которых необходимо осуществить выбор;  $R = \{R_k\}$  – множество геологических параметров, определяющих условия эксплуатации скважины;  $C = \{C_m\}$  – множество условий и критериев, согласно которым должен осуществляться выбор ГТМ. Необходимо выбрать технологию  $G_n \in G$ , наиболее целесообразной для проведения на скважине, руководствуясь значениями параметров  $R_k \in R$  и оценками соответствия технологий условиям и критериям  $C_m \in C$  [3].

В общем виде планирование ГТМ может быть представлено следующей последовательностью этапов:

1. Выявление скважины с недоиспользованным потенциалом.
2. Прогнозирование добычи после технологической оптимизации и проведения ГТМ.
3. Формирование последовательности ГТМ.
4. Реализация ГТМ.
5. Анализ эффективности ГТМ/

## Алгоритм формирования альтернатив при планировании ГТМ

С учётом ограниченного числа возможных вариантов ГТМ для определённой добывающей скважины, решение задачи планирования или формирования альтернатив ГТМ сводится к решению задачи классификации.

В качестве средства решения использовался метод k-взвешенных ближайших соседей. При этом задача формирования альтернатив ГТМ выглядит следующим образом.

Имеется  $X \in R$  множество скважин-кандидатов и  $Y$  – множество допустимых видов ГТМ. Задана обучающая выборка  $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^l$ , содержащая информацию о ранее проведённых ГТМ для определённых скважин. Задано множество скважин-кандидатов  $X^m = \{x_i\}_{i=1}^m$ , для которых

нужно подобрать вариант ГТМ, т.е. множество  $\{y_i\}_{i=1}^m$  для объектов  $\{x_i\}_{i=1}^m$  [4].

На множестве объектов задаётся функция расстояния  $\rho(x, x')$ , которая является моделью сходства объектов. В рамках данной работы использована евклидова функция расстояния [4]:

$$\rho(x, x') = \sum_{i=1}^n (x_i - x'_i)^2$$

Таким образом, для скважины-кандидата  $x \in \{x_i\}^m$  объекты обучающей выборки расположены следующим образом:

$$\rho(x, x_{1;x}) \leq \rho(x, x_{2;x}) \leq \dots \leq \rho(x, x_{m;x}),$$

где  $x_{i;x}$  – объект обучающей выборки, являющийся i-м соседом объекта  $x$ .

В обобщённом виде, алгоритм k-взвешенных ближайших соседей представлен следующим выражением [4]:

$$a(x) = \operatorname{argmax}_{y \in Y} \sum_{i=1}^m [x_{i;x} = y] \times \omega(i, x),$$

где

$\omega(i, x)$  – заданная весовая функция, оценивающая важность i-го соседа.

Таким образом, формирование альтернатив ГТМ заключается в:

- формировании обучающей выборки на основе истории разработки месторождения и проведённых ГТМ;
- определении параметров анализа – множества параметров скважин, по которым осуществляется сравнение скважины-кандидата с обучающей выборкой и весовых коэффициентов для каждого из параметров;
- автоматизированном формировании альтернатив посредством алгоритма поиска k-взвешенных ближайших соседей;
- формировании результата в виде перечня нескольких видов ГТМ для каждой из исследуемых скважин.

Обобщённый алгоритм формирования альтернатив ГТМ представлен на рисунке 1 в виде UML-диаграммы деятельности.

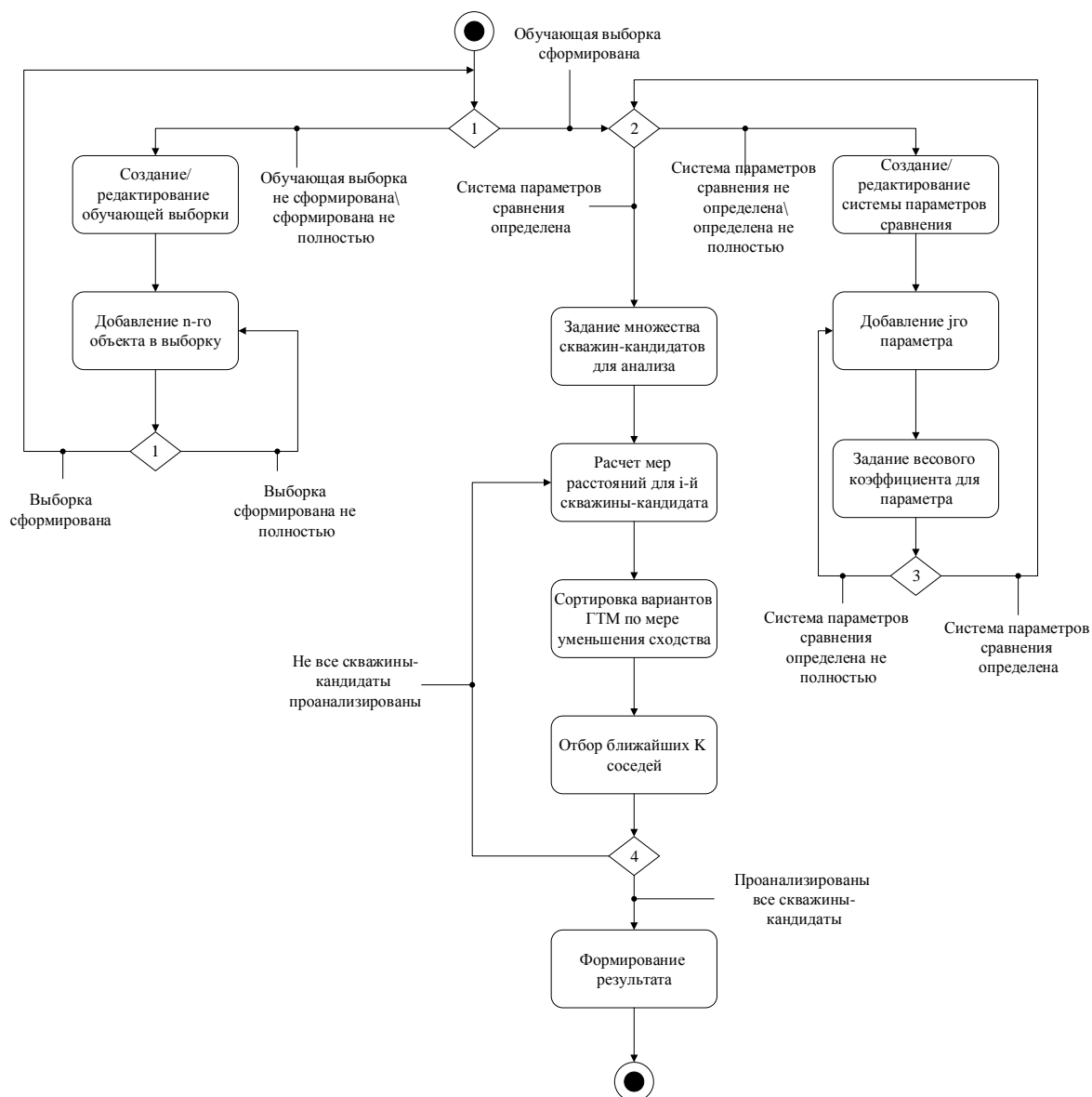


Рис. 1. Диаграмма деятельности алгоритма формирования альтернатив ГТМ

### Заключение

Разработанный алгоритм является частью программно-алгоритмического комплекса по планированию и оценке эффективности ГТМ.

Результаты исследований использованы при выполнении работ по государственному контракту, № 14.515.11.0047, заключенному в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы».

### Литература

1. Силич В. А., Ямпольский В. З., Савельев А. О., Комагоров В. П., Алексеев А. А., Гребенщиков С. А. Применение методологии OMSD для моделирования системы планирования геолого-технических мероприятий // Известия Томского

политехнического университета. - 2012 - Т. 321 - №. 5 - С. 42-46.

2. Гребенщиков С. А., Силич В. А., Комагоров В. П., Фофанов О. Б., Савельев А. О. Технология разработки информационной системы поддержки принятия решений для управления проектными работами при обустройстве месторождений // Научно-технический вестник ОАО «НК Роснефть». - 2012. - Вып. 29 - №. 4. - С. 38-42.
3. Шагиахметов М.Р. Модели и комплекс программ многокритериального принятия решений в условиях неопределенности в нефтедобыче: дис. ... канд. техн. наук – Казань., 2004. – 160с. РГБ ОД, 61:05-5/33.
4. Метод k взвешенных ближайших соседей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Метод\\_k\\_ближайших\\_соседей\\_\(пример\)](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Метод_k_ближайших_соседей_(пример)), свободный (дата обращения: 09.06.2013).