

АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТА ОТ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ MACHINE LEARNING

М. Н. Харисов¹, Т. И. Зиннатуллин², И. М. Гильметдинов³, Э. И. Сулейманов⁴

¹ kharisov-usatu@yandex.ru, ² timzlin@mail.ru, ³ mrswad@mail.ru, ⁴ sinml@yandex.ru

^{1,2,3} ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

⁴ ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ)

Аннотация. Проведение геолого-технических мероприятий (ГТМ) с целью интенсификации добычи нефти и увеличения нефтеотдачи резервуаров является одним из основных инструментов рационализации процесса эксплуатации нефтяных месторождений, находящихся на поздних стадиях разработки. В условиях ухудшения структуры остаточных запасов нефти, повышения обводненности добываемой продукции и несовершенства геолого-промысловой информации, приводящих к снижению эффективности ГТМ, подбираемых стандартными способами, актуальным является вопрос применения методов Data Science с целью определения оптимальных кандидатов для проведения геолого-технических мероприятий. В статье представлен разработанный авторами алгоритм прогнозирования эффекта от ГТМ с использованием методов Machine Learning, учитывающий особенности геолого-физических характеристик анализируемых месторождений и фактические результаты проведения геолого-технических мероприятий на аналогичных объектах разработки. Предложенный алгоритм позволяет учитывать влияние на технологический эффект от ГТМ параметров, не связанных с ним функционально, и выявлять полезные, скрытые, нетривиальные и ранее неизвестные зависимости. Корректное применение алгоритма может способствовать повышению эффективности подбора геолого-технических мероприятий на зрелых нефтяных месторождениях.

Ключевые слова: разработка нефтяных месторождений; геолого-технические мероприятия; интеллектуальная обработка данных; машинное обучение; нейронные сети; Data Science; Data Mining; Machine Learning; Neural Network.

ВВЕДЕНИЕ

Проведение геолого-технических мероприятий с целью интенсификации добычи нефти и увеличения нефтеотдачи резервуаров является одним из основных способов восстановления снижающейся добычи нефтяных месторождений, находящихся на поздних стадиях разработки [1].

Основной проблемой при проведении ГТМ на зрелых месторождениях является недостижение планового прироста дебита нефти фактическим значением данного показателя [2], что подтверждает недостаточно высокую эффективность имеющихся решений по подбору скважин-кандидатов для проведения геолого-технических мероприятий.

В условиях ухудшения структуры остаточных запасов нефти, повышения обводненности добываемого флюида и несовершенства геолого-промысловой информации применение методов Machine Learning способно повысить качество прогнозирования эффекта от геолого-технических мероприятий за счет определения скрытых зависимостей между успешностью ГТМ и факторами, влияющими на целесообразность их проведения [3].

Системный анализ научной литературы с использованием, в частности, реферативных баз данных рецензируемых публикаций Web of Science, Scopus, а также научной поисковой системы Google Scholar, подтвердил необходимость решения проблемы повышения эффективности подбора скважин-кандидатов на ГТМ с использованием методов Data Science.

Таким образом, цель данной работы – разработка алгоритма прогнозирования эффекта от геолого-технических мероприятий с использованием методов Machine Learning – является актуальной.

Для достижения поставленной цели в ходе данного исследования были использованы стохастические методы, методы интерполяционного кригинга, системного и нейросетевого анализа.

ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМА

Для прогнозирования эффекта от геолого-технических мероприятий в данной работе использован многослойный персептрон Румельхарта [4].

Блок-схема предложенного алгоритма представлена на рис. 1. На первом этапе осуществляется импорт исходных данных в виде значений геолого-промысловых параметров и технологического эффекта фактически проведенных геолого-технических мероприятий по скважинам объектов, аналогичных анализируемому. Далее, исходные данные нормализуются и разделяются стохастическим методом на обучающую и тестовую выборки. На следующих этапах алгоритма осуществляется выбор структуры и параметров нейронной сети, последующее ее обучение методом обратного распространения ошибки [5] и тестирование. При неудовлетворительной ошибке обучения или тестирования алгоритм возвращается к этапу выбора структуры и параметров нейронной сети. Затем, осуществляется импорт данных для прогнозирования в виде карт и значений геолого-промысловых параметров по скважинам анализируемого объекта. Далее, данные для прогнозирования нормализуются, отсутствующие карты строятся методом интерполяционного кригинга [6]. На завершающих этапах алгоритма осуществляется прогноз эффекта от планируемых ГТМ с использованием обученной модели нейронной сети, денормализация полученных прогнозных значений и построение их карты методом интерполяционного кригинга.

Предложенный алгоритм был апробирован на синтетических данных, описывающих теоретическое поведение нефтяного месторождения. Полученная оптимальная структура нейронной сети представляет собой четырехслойный персептрон с восьмью нейронами в каждом скрытом слое (рис. 2). Для активации нейронов используется сигмоидальная функция.

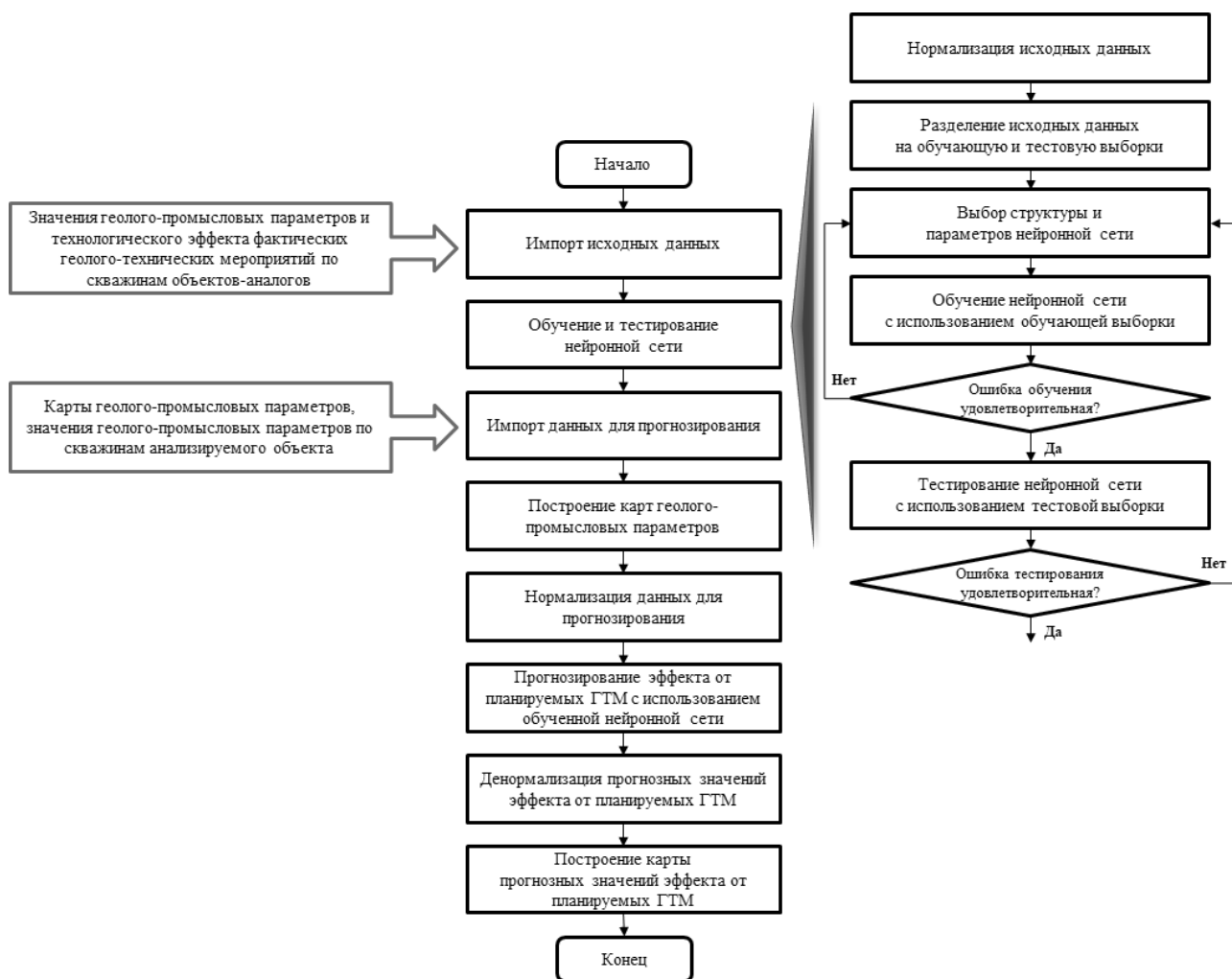


Рис. 1. Алгоритм прогнозирования эффекта от геолого-технических мероприятий с использованием методов Machine Learning

По результатам обучения среднее арифметическое абсолютного значения относительной ошибки (МАРЕ) составило порядка 3%. Аналогичный показатель по результатам тестирования составил порядка 10%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для решения актуальной проблемы повышения эффективности геолого-технических мероприятий на нефтяных месторождениях, находящихся на поздних стадиях разработки, авторами разработан алгоритм прогнозирования эффекта от проведения ГТМ с использованием методов нейросетевого анализа. По результатам апробации предложенного алгоритма можно сделать вывод, что его корректное применение может способствовать повышению эффективности подбора кандидатов для проведения геолого-технических мероприятий на зрелых месторождениях.

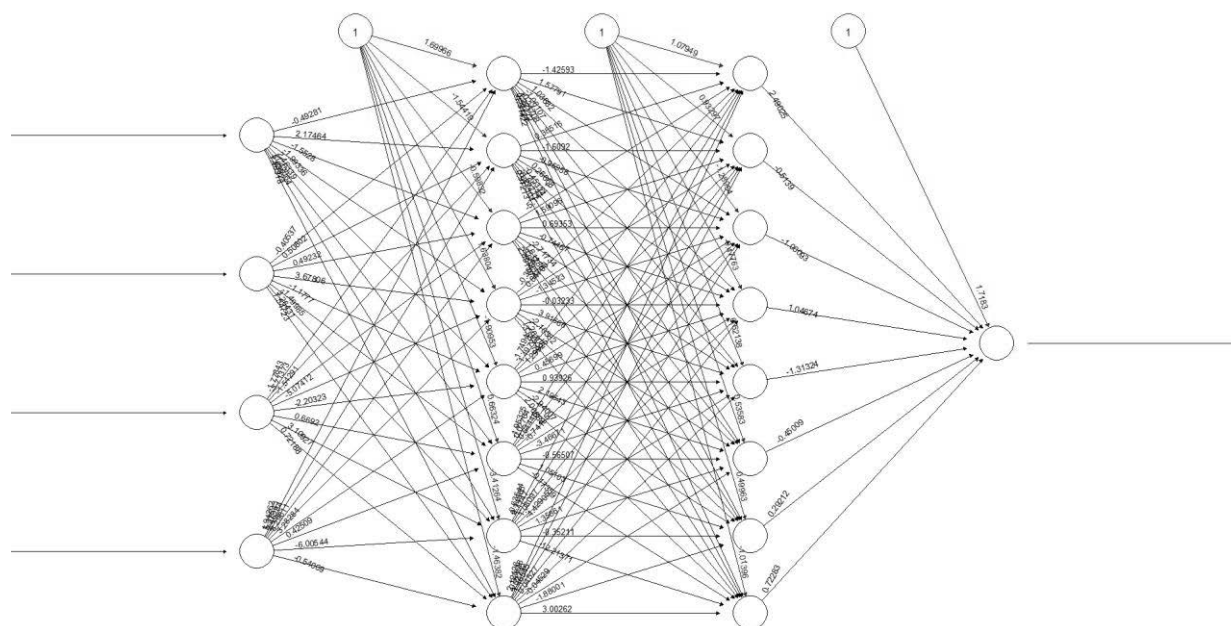


Рис. 2. Структура нейронной сети

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Харисов М.Н., Юнусова Э.А., Вагизов А.М., Майский Р.А., Валиев Э.Р. Алгоритм определения целесообразности проведения геолого-технических мероприятий с использованием методов Data Mining // Нефтегазовое дело. – 2018. – Т.16. – №.5. – С. 59–64.
2. Илюшин П.Ю., Рахимзянов Р.М., Соловьев Д.Ю., Колычев И.Ю. Анализ проведения геолого-технических мероприятий по увеличению продуктивности добывающих скважин на нефтяных месторождениях Пермского края // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология, нефтегазовое и горное дело. – 2015. – № 15. – С. 81–89.
3. Харисов М.Н., Карпов А.А., Петров С.В., Дарий С.Д. Алгоритм определения оптимальных характеристик вытеснения // Нефтяное хозяйство. – 2018. – № 5. – С. 56–59.
4. McClelland J.L., et al. Parallel Distributed Processing // MIT Press. – 1986. – Т. 2. – С. 20–21.
5. Rumelhart D.E., Hinton G.E., Williams R.J. Learning Representations by Back-Propagating Errors // Nature. – 1986. – Т. 323. – №. 6088. – С. 533–536.
6. Lichtenstern A. Kriging Methods in Spatial Statistics: Bachelor's Thesis. – Technische Universität München, 2013.

ОБ АВТОРАХ

ХАРИСОВ Мансур Нагимович, доцент каф. ВМиК ФИРТ.

ЗИННАТУЛЛИН Тимур Ильдарович, бакалавр 4-го курса каф. ВМиК ФИРТ.

ГИЛЬМЕТДИНОВ Ильнур Маратович, магистрант 2-го курса каф. ВМиК ФИРТ.

СУЛЕЙМАНОВ Эмиль Ирикович, магистрант 2-го курса кафедры ЦТВРНГМ, УГНТУ.

METADATA

Title: An Algorithm for Prediction of Stimulation from Well Treatments using Machine Learning.

Authors: M. N. Kharisov ¹, T. I. Zinnatullin ², I. M. Gilmetdinov ³, E. I. Suleymanov ⁴

Affiliation: ^{1,2,3} Ufa State Aviation Technical University, Russia,

⁴ Ufa State Petroleum Technological University, Russia.

Email: ¹ kharisov-usatu@yandex.ru, ² timzlin@mail.ru, ³ mrswad@mail.ru, ⁴ sinml@yandex.ru

Language: Russian.

Source: Molodezhnyi Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 2 (25), pp. 101-104, 2021. ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: The article presents an algorithm for prediction of stimulation from well treatments using Machine Learning. This algorithm combines a kriging for spatial data interpolation and a neural network for predictive analytics. The neural network represents a multilayer perceptron with backpropagation learning. The predicted stimulation ratio is in general agreement with theoretical field data, thereby validating the algorithm.

Key words: Reservoir Engineering, Well Stimulation, Data Science, Data Mining, Machine Learning, Neural Network.

About authors:

KHARISOV, Mansur Nagimovich, Associate Professor, Ufa State Aviation Technical University.

ZINNATULLIN, Timur Ildarovich, 4th year bachelor's student, Ufa State Aviation Technical University.

GILMETDINOV, Ilnur Maratovich, 2nd year master's student, Ufa State Aviation Technical University.

SULEYMANOV, Emil Irikovich, 2nd year master's student, Ufa State Petroleum Technological University.