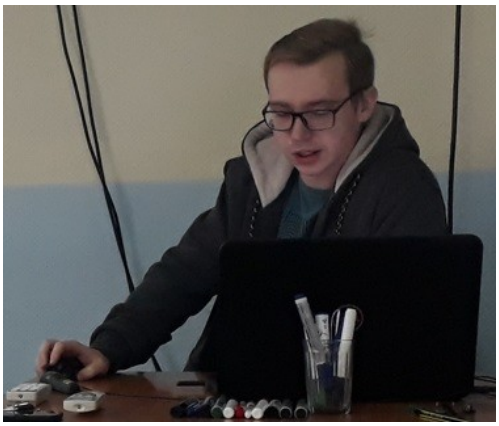
«В нашей лаборатории разработаны новая методика, алгоритмы и реализующий их пакет программ» – интервью научного сотрудника лаборатории многомасштабной геофизики А.М. Петрова

В лаборатории многомасштабной геофизики ИНГГ СО РАН разрабатывают новые методы интерпретации данных электрокаротажа. О том, почему эта работа важна, рассказал старший научный сотрудник лаборатории к.т.н. Алексей Михайлович Петров, лауреат премии им. Н.Н. Пузырева за цикл работ «Программно-методическое обеспечение интерпретации данных электрокаротажа для детального исследования электрофизических свойств сложнопостроенных анизотропных коллекторов углеводородов».



А.М. Петров

– Алексей Михайлович, коллектив лаборатории занимается темой, которая имеет большое прикладное значение. Какие задачи побудили развивать именно это направление?

– Когда бурят нефтяную скважину, возникает множество задач, связанных с определением свойств горных пород, которые эта скважина вскрывает. В идеале хочется вдоль всей скважины извлечь образцы керна, но это очень дорого и позволяет получить оценки свойств лишь очень маленьких образцов. Поэтому для исследования прискважинного пространства используют геофизические каротажные приборы. Опуская каротажный прибор в скважину, можно изучать свойства среды на разной глубине. При этом такие измерения позволяют анализировать свойства существенно большего объема среды, чем объём образцов при исследовании кернового материала.

Однако провести измерения недостаточно, нужно их корректно проинтерпретировать, так как на результаты измерений оказывают влияние само наличие скважины, последствия процессов фильтрации бурового раствора в исследуемые пласты, а также изменчивость свойств среды. Для интерпретации скважинных измерений существует много подходов, однако на практике чаще всего используются способы упрощённые, позволяющие получать результат быстро, но не учитывающие большое количество факторов, которые могут сильно влиять на измеряемые сигналы.

– К чему это может привести?

– При изучении сложных объектов это приводит к ошибкам в типизации отложений, определении фильтрационно-емкостных свойств коллекторов и типа их флюидонасыщения. Из-за подобных ошибок и, прежде всего, вследствие неправильной оценки значения удельного электрического

сопротивления проницаемого пласта проводятся испытания непродуктивных интервалов и пропускаются потенциально перспективные коллекторы, итогом чего становится нерациональная разработка месторождений.

– Почему разработки лаборатории сконцентрированы именно вокруг электрокаротажа?

– Электрокаротаж является одним из основных методов исследования в скважинах. Горные породы очень сильно дифференцированы по электрофизическим свойствам, поэтому измеряя их электрические свойства, в первую очередь, удельное электрическое сопротивление, можно решать различные практически важные задачи, такие как расчленение разреза, выделение пород-коллекторов и оценка их нефтеперспективности. При этом, в силу природы электромагнитных измерений, именно сигналы зондов электрокаротажа сильно подвержены влиянию традиционно неучитываемых факторов.

– Как в лаборатории многомасштабной геофизики ИНГГ СО РАН предлагают решать эту проблему?

– В нашей лаборатории разработаны новая методика, алгоритмы и реализующий их пакет программ, позволяющие при количественной интерпретации данных электрокаротажа учитывать гораздо больше факторов, влияющих на измерения, по сравнению с распространенными подходами. В их число входят влияние вмещающих пород, анизотропии УЭС и процессов диэлектрической поляризации отложений.

Важно, что учёт этих факторов производится не путем введения поправок, а на уровне базовой модели среды. Такой подход известен, однако сложность решения электродинамических уравнений в расширенной постановке долгое время ограничивала его применимость. Продвинуться в решении проблемы позволило применение алгоритмов на основе машинного обучения.

Разработанный нами подход к моделированию сигналов электрокаротажа на основе свёрточных нейронных сетей позволяет создавать алгоритмы расчета сигналов в сложных моделях среды, характеризующиеся многократным увеличением быстродействия по сравнению с решателями на основе численного моделирования. Объединение методических разработок и нового подхода к моделированию сигналов позволило трансформировать научно-исследовательский подход в практически применимый.

– Как эти разработки применяются на практике?

– Первичная практическая апробация разработок была проведена в рамках проекта с компанией «Роснефть» при участии специалистов компании BP. В рамках апробации были построены детальные геоэлектрические модели нефтесодержащих анизотропных терригенных отложений мелового возраста одного из месторождений Ванкорской группы. Полученные модели согласуются с результатами исследований керна и результатами интерпретации комплекса данных продвинутого каротажа компании Baker Hughes.

В дальнейшем подобные работы проведены на разных месторождениях, в первую очередь, Широтного Приобья Западной Сибири; установлены связи электрической анизотропии и диэлектрической проницаемости с тонкослоистой структурой и глинистостью пород.

Наработки также легли в основу разработанной на базе АО «СНИИГГиМС» комплексной технологии поиска пропущенных нефтепродуктивных интервалов (патент РФ № 2774819 от 23.06.2022, авторы М.И. Эпов, А.М. Петров, К.Н. Даниловский, Сухорукова К.В., Асанов О.О., Миляев Д.В.). В настоящее время с применением технологии на ряде месторождений выявлены и рекомендованы к опробованию дополнительные нефтеперспективные пласты.

Ещё одно интересное практическое применение полученных результатов — это верификация результатов интерпретации каротажных данных, выполненной специалистами нефтяных компаний. В настоящее время мы с коллегами адаптируем наш специализированный инструментарий для решения этой задачи по заказу крупного российского недропользователя. В результате у специалистов-петрофизиков появится инструмент, который позволит им получать более достоверные результаты, не отступая от принятых в компании практик интерпретации.

Опубликовано пресс-службой ИНГГ СО РАН