

Российский рынок геолого-геофизического сервиса в последние годы претерпел значительные изменения. Об основных трендах в этой области OGJRussia рассказали ведущие игроки рынка.



## Какие основные тенденции наблюдаются на рынке геолого-геофизического сервиса России?



**Валерий Огибенин,**  
к. г.-м. н., начальник инженерно-технического центра, «Газпром геологоразведка»

Изучение новых объектов углеводородов — это длительный, наукоемкий процесс, и предугадать, какие геолого-геофизические сервисы будут востребованы завтра, сложно. В настоящее время для изучения объектов, содержащих ТРИЗ, привлекаются сервисные компании, предоставляющие широкий спектр услуг и обладающие передовыми технологиями.

В качестве основных тенденций в области промышленной геофизики следует отметить следующие:

- Широкое распространение в последнее десятилетие получил метод ядерно-магнитного каротажа (ЯМК), который хорошо зарекомендовал себя как альтернативный метод определения пористости, проницаемости, водонасыщенности, эффективной пористости и оценки характера насыщенности в различных типах геологического разреза.
- Все более актуальными становятся исследования разрезов скважин многозондовыми широкополосными кросс-дипольными акустическими методами, которые позволяют изучать упругие свойства пород путем зондирования пласта в радиальном направлении с привязкой результатов измерений по азимуту.
- Продолжают развиваться и все чаще используются в разрезах скважин Западной и Восточной Сибири методы акустического и электрического сканирования (АК и ЭК имиджеры), которые направлены на работу с тонкослоистыми, фациально-изменчивыми и трещиноватыми типами разрезов.
- Возобновился и многократно усилился интерес к диэлектрическому каротажу, который в передовых сервисных компаниях выполняется многозондовым многочастотным прибором с кросс-дипольными источниками и приемниками.
- Перспективным и все более востребованным в ближайшие годы будет импульсный спектрометрический нейтронный гамма-каротаж (Litho Scanner —

аналог компании Schlumberger), направленный на детальное изучение компонентного состава и фильтрационно-емкостных свойств пород.

- Вероятнее всего, востребованным будет гравиметрический каротаж;
- Очень востребованы и широко используются приборы по отбору проб пластов флюидов и опробованию пластов на кабеле при решении задач в различных геолого-технологических условиях.
- Изучение промысловых характеристик объектов углеводородов, содержащих ТРИЗ, в настоящее время не обходится без применения многостадийного гидроразрыва пласта с управляемыми портами.
- Очень перспективным видится предоставление сервиса по отбору и исследованию в новых месторождениях герметизированного керна.

Дополнительно необходимо отметить такое перспективное, востребованное и постоянно пополняющееся новыми методами направление, как каротаж во время бурения (Logging While Drilling, LWD). Дальнейшая перспектива развития этого направления видится в том, что в составе комплекса LWD появится весь необходимый перечень методов ГИС, а именно методы ГИС, которые относятся к обязательному комплексу общих исследований в открытом стволе скважин в соответствии с ГОСТ Р 53709-2009. Получив возможность проведения всего необходимого комплекса общих исследований во время бурения, можно значительно сократить временной интервал от записи каротажа до получения результатов интерпретации ГИС и принятия различного рода управленческих решений, в том числе решений по выбору объектов испытания в открытом стволе и в колонне. Это, в свою очередь, приведет к экономии денежных средств на строительство скважин.

**Игорь Ефремов,**  
генеральный директор, «ГридПоинт Дайнамикс»

Если говорить о текущих тенденциях в сервисе, то в первую очередь нужно отметить рост российского рынка полевой сейсморазведки на 38% относительно 2017 года. Этот скачок обусловлен не только резко выросшей ценой

на энергоресурсы (с \$50 до \$78 за баррель нефти за год), но и существующей озабоченностью крупных нефтегазовых компаний и государства вопросом восстановления ресурсной базы, динамика которой в последние годы оставляет желать лучшего.

В сложившихся условиях существенный интерес к рынку сейсморазведки проявляют наши китайские партнеры, чьи технологические, человеческие ресурсы и коммерческие возможности могут обрушить рынок сейсморазведки в России; в перспективе дело может дойти до уровня Казахстана, где уже сегодня практически 100% услуг полевой сейсморазведки закреплено за китайцами.

Не стоит забывать и о секторальных санкциях по отношению к российским нефтегазовым компаниям со стороны западных стран. Данные ограничения запрещают использование иностранных технологий для разработки шельфовых месторождений, а также технологий гидроразрыва пласта. И что бы ни говорили государственные чиновники с экранов телевизоров о том, что санкции на нас никак не влияют, реальность совершенно иная, а именно отказ крупных нефтегазовых компаний от плановой разработки нескольких крупных месторождений углеводородов за последние 4 года, в том числе из-за отсутствия доступа к зарубежным технологиям.

В этой связи на передний план выходит потребность в развитии российских технологий сейсморазведки. К сожалению, ресурсы для такого развития в стране крайне скудны. Десятилетия прозябания отечественной геолого-геофизической школы из-за передачи сервиса под иностранный флаг не прошли даром. Практически полностью отсутствуют российские центры компетенций, кадровый дефицит, инертность нефтегазовых компаний — далеко не полный список существующих проблем.



**Михаил Ерченков,**  
генеральный директор, «Парадайм Геофизикал»

По мере уверенного продвижения цены барреля нефти к \$80 и ввиду отсутствия на рынке факторов, способных обратить это движение вспять, возобновляется интерес к геологоразведке. Несомненно, обеспеченность запасами российских нефтегазовых компаний по-прежнему высока, но в средне- и долгосрочной перспективе и их окажется недостаточно. А учитывая сильную недоинвестированность геолого-геофизического сервиса в последние годы, он может оказаться неготовым быстро отреагировать на рост спроса.

Другая тенденция, привлекающая много внимания, — это импортозамещение и антисанкции. Безус-

ловно, интерес к развитию собственных информационных технологий для разведки и разработки можно только приветствовать, но смущает чрезмерный, на мой взгляд, оптимизм в этом вопросе. Многие технологии западного производства, используемые сегодня российскими сервисными и нефтегазовыми компаниями, являются результатом сотен человеко-лет, инвестированных в их создание. Несомненно, в России есть и передовая научная мысль, и талантливые программисты, но это не тот случай, когда 100 программистов могут написать программу в 10 раз быстрее, чем 10.

Развивать свои собственные высокие технологии необходимо, однако опережающий отказ от импорта может только навредить отрасли.

**Игорь Гоц,**  
вице-президент по продажам и маркетингу, «ГЕОТЕК Сейсморазведка»

Спектр геолого-геофизических услуг слишком широк, чтобы характеризовать его несколькими общими тенденциями.

Что касается основного поисково-разведочного метода нефтегазовой отрасли — сейсморазведки, то основным, определяющим актуальным трендом является, безусловно, переход от структурных построений к изучению динамических характеристик записи, то есть к прогнозу коллекторов, литофациальному анализу, палеоструктурным построениям. Причем с очень высокими требованиями к достоверности прогноза, что позволяеткратно сократить затраты на эксплуатацию месторождений одновременно с продлением их жизненного цикла. Все остальные тенденции являются лишь техническим следствием этого тренда и носят сугубо профессиональный, утилитарный характер.



**Олег Смирнов,**  
к. г.-м. н., главный геолог, «ИНГЕОСЕРВИС»

Геолого-геофизический сервис — это наукоемкий сектор производства, для него характерным является большая доля инновационных и интеллектуальных технологий. Данный вид сервиса включает в себя большое количество видов работ. Из общих трендов развития можно выделить импортозамещение, к которому подтолкнула всем известная санкционная политика Запада. Так, например, наша компания разработала программу инвестирования в новые программные продукты в области обработки и интерпретации сейсмических данных, геологического моделирования.

Надо вернуть интерес к отечественному приборостроению и стимулировать его расценками на уровне принятых для зарубежных компаний.

Требуется разработка каротажной аппаратуры на новых физических принципах для изучения нетрадиционных коллекторов, к которым относятся комплексы пород фундамента и вулканогенно-осадочной толщи, низкоомные терригенные коллекторы Западной Сибири и Волго-Урала, породы с двойной пористостью, породы с низкой продуктивностью, соизмеримой с параметрами матричной емкости, и так далее.

На этом пути нас будут ждать как успехи, так и разочарования. Но это путь эволюционный, и его надо пройти, чтобы осознать и понять причины неудач.

Необходимо увеличить финансирование НИОКР, направленных на повышение эффективности извлечения трудноизвлекаемых запасов, в том числе запасов углеводородов на последней (падающей) стадии разработки.

**Сергей Егурцов,**  
генеральный директор,  
«Инновационные  
нефтегазовые  
технологии»

Наращивание ресурсной базы в России, в том числе ее восполнение на обустроенных площадях месторождений с развитой инфраструктурой, является

одной из ключевых задач, стоящих перед нефтегазовой отраслью. Падение добычи из традиционных коллекторов вынуждает недропользователей к поиску ресурсов для ее поддержания, в их числе ввод в разработку продуктивных отложений со сложными и нетрадиционными коллекторами.

Вовлечение в разработку трудноизвлекаемых запасов в местах традиционной добычи с имеющейся инфраструктурой — одно из основных направлений геологоразведочных работ в предстоящие годы.

Основные направления развития и совершенствования геолого-геофизических методов и технических средств изучения ТРИЗ предусматривают: разработку рекомендаций по комплексу геофизических исследований для выделения продуктивных интервалов со сложными и нетрадиционными коллекторами; создание комплекса методов и технических средств для изучения трещинно-порового пространства и физико-механических свойств низкопроницаемых коллекторов, содержащих углеводородное сырье; разработку методики проведения и обработки газодинамических исследований скважин для определения фильтрационно-емкостных характеристик низкопроницаемых коллекторов с использованием (адаптацией) ПО российского производства.

**Юрий Смирнов,**  
региональный  
менеджер, CGG  
GeoSoftware, CNH

Сейчас на рынке геолого-геофизического сервиса, если говорить о сейсмических проектах, у заказчиков остается тренд

к получению наиболее дешевых услуг из всех доступных. За два предшествующих года цены нефти выросли

вдвое, но этот положительный эффект влияет на рынок сервиса с опозданием. В большинстве открытых тендеров ценовой фактор является определяющим в выборе поставщика соответствующих услуг. Для успешного участия необходимо формальное соответствие тендерным условиям и предоставление минимальной цены. Но поскольку геофизический сервис — только одна из составных частей разведки месторождений, то зачастую экономия таким образом средств негативно отражается на достоверности геологических прогнозов и ведет к гораздо большим затратам в дальнейшем.

Еще одной наблюдаемой тенденцией является доступность на рынке самых последних современных технологий по обработке и интерпретации данных, но при этом опыт применения и глубокое понимание процессов не успевают за технологической оснащенностью. Только одновременное внедрение технологий и соответствующее повышение квалификации персонала позволяют использовать последние достижения в геофизике и получать прирост геолого-геофизической информации для повышения достоверности и подтверждаемости исследований.



**Дмитрий Левин,**  
к. т. н. ведущий  
консультант по  
геологии, Halliburton

Существует несколько факторов, влияющих на дальнейшее развитие рынка геолого-геофизических услуг. Один из них — потребность доизучения современными методами месторождений на поздних стадиях добычи. Еще один фактор — необходимость достоверной оценки новых месторождений и применение новых технологических решений в условиях высокой геологической неопределенности. Ключевой момент здесь — возможность интеграции практически любой доступной информации в цифровые модели месторождений. Отличительная особенность большинства зрелых месторождений в РФ — ограниченный объем и неполный комплекс имеющихся исследований, необходимых для принятия решений по дальнейшей разработке. Этот недостаток данных сильно затрудняет создание достоверной геологической модели объекта как инструмента для локализации потенциально продуктивных зон. Поэтому дальнейшее развитие методологий геолого-геофизического изучения и моделирования нефтегазовых месторождений непосредственно связано с повышением точности исследования пластов геофизическими методами и применением современных нестандартных методов полевых и скважинных исследований.

Также большое значение имеет внедрение передового мирового опыта исследований низкопроницаемых коллекторов.



**Михаил Попов,**  
советник по  
отраслевым  
решениям, Halliburton

Рынок геолого-геофизического сервиса региона существенно отличается от мирового рынка, особенно от рынка США.

Можно выделить три компонента, определяющие региональные тенденции: некоторую инертность, здоровый консерватизм и наличие потенциальных новых нефтегазоносных комплексов.

Наличие множества потенциальных площадей для открытия новых месторождений обуславливает высокий интерес к обработке и переобработке сейсмике и традиционным технологиям поисков и разведки в целом.

В то же время происходит постоянное увеличение объемов, повышение сложности задач и повышение требований к детальности и точности решений, для чего необходимы как принципиально новые инструменты, так и новые подходы к старым задачам.

Некоторая инертность и здоровый консерватизм защищают рынок от необоснованных взлетов и падений при сохранении поступательного вектора развития и минимизации завышенных ожиданий в развитии технологий.

Так, ТРИЗы и цифровая трансформация пусть и с небольшой задержкой, но во многом определяют основные тенденции развития рынка геолого-геофизического сервиса России. Среди наиболее перспективных направлений можно отдельно выделить высокоплотные и широкоазимутальные съемки, ази-

мутальные миграции, FWI (Full Waveform Inversion), интерпретацию и моделирование трещиноватых коллекторов, геомеханические и интегрированные модели, сейсмический мониторинг при ГРП.

Основными событиями, влияющими на рынок и определяющими его будущее, будут: цена нефти (определяет активность рынка в целом); отношение государства к проблеме восполнения запасов, инвестиционная и ценовая политика (эти факторы определяют региональную компоненту активности рынка).

В целом региональный рынок геолого-геофизического сервиса в России сегодня выглядит относительно стабильным и устойчивым — с очень хорошими перспективами дальнейшего развития.

**Андрей Куницын,**  
к. г.-м. н., руководитель  
подразделения  
геофизических  
исследований,  
Halliburton

Остается широко востребованным высокотехнологичное геофизическое оборудование, особенно в поисково-разведочных скважинах.

Несмотря на программу импортозамещения, значительная часть зарубежных технологий по-прежнему не имеет аналогов российского производства. Да и иностранные компании не стоят на месте, продолжая свои долгосрочные инвестиции в совершенствование имеющихся технологий и разработку новых, выделяя на эти работы колоссальные бюджеты. В целом доступность большого количества технологического оборудования для российского рынка будет во многом зависеть от курса национальной валюты.

Цифровизация в нефтегазовом комплексе, по мнению многих экспертов, началась именно с геологоразведки, в частности с обработки и интерпретации геолого-геофизических данных. О том, как сегодня используются технологии Big Data, искусственного интеллекта, машинного обучения в ГРП, рассказали OGJRussia основные игроки рынка.



## Какова роль цифровизации при работе с геолого-геофизической информацией?

**Валерий Огибенин,**  
к. г.-м. н., начальник  
инженерно-  
технического  
центра, «Газпром  
геологоразведка»

Поиск новых месторождений в акваториях вызвал необходимость проведения морских работ 3D в больших объемах. Для этого потребовалось привлечение современных техни-

ческих средств и персонала — как для выполнения этих работ, так и для обработки и интерпретации морских сейсморазведочных данных.

Кроме того, истощение основных залежей углеводородов в Западной Сибири привело к повышенному интересу к разработке трудноизвлекаемых запасов. Для этого потребовалось изменить методику сейсморазведочных наблюдений. В первую очередь — повышение плотности наблюдений, соответственно, кратности, широкоазимутальная съемка, расширение частотного диапазона в область как высоких, так и низких частот. Появилась необходимость в использовании



новых технических средств на уровне как полевых, так и камеральных работ.

На камеральном этапе продолжают сохранять свои позиции инверсионные преобразования, AVO и AVA анализы уже в новых воплощениях — в виде углубленных вариантов, в результативной части имеющих синоптический прогноз.

Подобный характер носят и разного рода «умные» преобразования сейсмической записи в физические характеристики с использованием искусственного интеллекта.

Широкое развитие получила глубинная преемственность, позволяющая перейти к «истинному» изображению геометрии реперных горизонтов в геологической среде. На качество изображения это почти никак не повлияло, а результат во многом зависит от априорной информации и видения интерпретатора. Все перечисленные методы обработки и интерпретации требуют привлечения современных вычислительных комплексов — вплоть до суперкомпьютеров.

Наиболее интересными представляются новые подходы в геологической интерпретации волнового поля с позиции палеоморфологии, палеогеографии, палеотектоники с широким использованием седиментационных срезов высокоплотных данных для картирования малозаметных объектов и особенностей, которые были ранее недоступны.

Основную роль в массовом развитии компьютерных технологий обработки и хранения данных занимает сейсморазведка — так говорили еще на заре цифровой революции, в 1980-е годы. И в этом существенная доля истины. Однако не все сводится только к использованию современных вычислительных средств. Роль искусственного интеллекта и машинного обучения в интерпретации сейсморазведочных данных во многом зависит от квалификации интерпретатора, знания геологического разреза, от того, насколько точно он сумеет ограничить «фантазию» машины.

Кроме того, при прогнозе геологических параметров точность во многом зависит от качества и полноты априорной информации и учета анизотропности геологической среды, а также от качества самого сейсмического материала.

**Олег Смирнов,**  
К. Г.-М. Н.  
главный геолог,  
«ИНГЕОСЕРВИС»

Объем обработки и интерпретации цифровых данных сегодня возрастает и является очевидным проявлением научно-технического прогресса в нефтегазовой промышленности и геологоразведочной отрасли. И это следствие развития самих цифровых технологий, а также понимания менеджерами нефтегазовых компаний

роли и значения цифровой революции в своей деятельности. Ограничитель широкого распространения и развития данной индустрии также очевиден — это запредельная дороговизна зарубежных вычислительных мощностей, систем хранения информации, прикладного программного обеспечения.

Несмотря на это, можно сказать, что первые вершины в обработке сейсморазведки 3D достигнуты: кубы более 10 тыс. км<sup>2</sup> обработаны и интерпретированы в Восточной Сибири и на шельфе Карского моря. Лидерами создания и реализации суперпроектов являются «Газпром» и его дочернее подразделение «Газпром геологоразведка». Нам кажется, что вектор развития объектов изучения и моделирования крупной компании должен идти по пути укрупнения по мере накопления объемов сейсмических данных с целью построения объектно ориентированных геологических моделей и последующего мониторинга в процессе эксплуатационного бурения и разработки.

В связи с этим очевидно, что для таких суперпроектов потребуется высокопроизводительное программное обеспечение, которое сегодня просто не создано.

Потребность в наукоемких технологиях, таких как искусственный интеллект, возрастает по мере необходимости обработки и интерпретации больших объемов данных и большой доли однотипных операций. Побуждающим мотивом служит конкуренция и сокращение времени, выделяемого заказчиком на работу, на каждый этап производственного цикла: поле, обработку, интерпретацию. Для повышения производительности труда компания — исполнитель работ должна сосредоточить внимание на организации у себя научно-исследовательской программы работ, направленной на разработку и внедрение новых алгоритмов, на автоматизации и интеллектуализации ручного труда специалистов при сохранении и повышении качества выполняемой работы.



**Игорь Ефремов,**  
генеральный  
директор, «ГридПоинт  
Дайнамикс»

Тем не менее до сих пор существенный объем отечественной геолого-геофизической информации не оцифрован и не представлен в единой системе баз данных.

Я бы ушел от термина цифровизация в данном контексте. Цифровизация геолого-геофизической информации — это не какая-то новая веха, появившаяся в последние годы. Еще в 1967 году Центральная геофизическая экспедиция начала заниматься переводом отечественной нефтяной геофизики на цифровую регистрацию и обработку сейсмической и каротажной информации.

Что касается технологий Big Data, искусственного интеллекта, машинного обучения и так далее, то в первую очередь нужно понять, какую задачу мы хотим решить. Указанные технологии — это лишь один из возможных инструментов по решению какой-либо задачи. Вопрос о возможности применения той или иной технологии для достижения поставленной цели всегда индивидуален. Не стоит забывать, что основы данных технологий берут свое начало еще в 1940–50 годах и всегда применялись в геолого-геофизическом программном обеспечении. Такой ажиотаж вокруг указанных технологий в последние годы вызван в большей степени развитием аппаратных возможностей вычислительных систем, существенные объемы которых предполагаются при развитии и использовании данных технологий.

Если выделить блоки направлений, в которых указанные технологии на 100% применимы, то в основном это связано с оптимизацией рутинных процессов (таких как автоматическая корреляция отражающих горизонтов и тектонических нарушений при интерпретации данных сейсморазведки и трехмерном геологическом моделировании, построение синтетических данных на основе промысловых данных, анализ большого объема геолого-геофизической информации с выдачей рекомендаций). На текущий момент большинство таких направлений связаны с решением задач, результаты которых понятны и легко верифицируемы.

Причины, по которым эти технологии пока не могут быть применены повсеместно: качество исходных данных, проблемы «недообучения» и «переобучения» сетей, отсутствие стандартов и тестовых моделей для оценки корректности применения той или иной функции, отсутствие регламентов внутри нефтегазовых компаний по использованию таких технологий.

Плюсы от использования технологий Big Data, искусственного интеллекта, машинного обучения: оптимизация производственного процесса, исключение человеческого фактора.

**Михаил Ерченков,**  
генеральный директор, «Парадайт Геофизикал»

Большие данные, искусственный интеллект, машинное обучение, вычисления на облаке — это уже не завтрашний день, это реальность, это происходит повсеместно. Алгоритмы машинного обучения существуют не первый десяток лет. Но вот рост объемов регистрируемых данных, с одной стороны, и, с другой стороны, практически неограниченная вычислительная мощность обеспечили им в последние несколько лет невероятно мощ-

ный толчок, и геолого-геофизические дисциплины не стоят в стороне. Уже активно используются алгоритмы обучающейся классификации по данным сейсморазведки и ГИС, нейросети помогают бороться с кратными волнами и выполняют анализ статических поправок.

Многие компании ведут разработку технологий автоматизированной интерпретации, которая, конечно, не заменит живого интерпретатора, но возьмет на себя рутинные, часто повторяющиеся операции, такие как корреляция горизонтов и выделение разломных нарушений или обработка скважинных имиджей.

Я уже упоминал облачные вычисления, которые позволяют пользователям получить в свое распоряжение практически неограниченную мощность. Помимо чисто технических преимуществ облака ведут за собой и смену коммерческой парадигмы лицензирования программного обеспечения.

Последний кризис в отрасли у многих нефтепользователей и сервисных компаний отбил аппетит к долгосрочным инвестициям в вычислительные мощности и бессрочные лицензии на специализированное ПО с многолетними сроками окупаемости, поэтому все больший интерес вызывает модель SaaS, software as a service или pay-per-use, когда пользователь запускает ПО на облаке и оплате подлежит лишь фактическое время использования лицензии и аппаратных средств. Технически для этого все готово, и главное препятствие скорее психологического свойства: «Мы ни за что не поместим наши конфиденциальные данные на публичное облако». Однако деньги этих же компаний, скорее всего, хранятся не в папках в глубоких подвалах под головными офисами, а в финансовых учреждениях в виде тех же цифровых данных. А финансовые учреждения — в числе лидеров использования облачных технологий.



**Игорь Гоц,**  
вице-президент по продажам и маркетингу, «ГЕОТЕК Сейсморазведка»

Искусственный интеллект, машинное обучение и многие другие технологии используются в разведочной геофизике с момента ее выделения в отдельную дисциплину науки о Земле. Прикладная геофизика без всего этого просто немыслима, так как, в отличие от геологии, имеет дело не с чем-то вещественным, осязаемым, а с физическими полями, обработка данных о которых простыми численными методами невозмож-

на. Слишком велик объем этих данных.

Именно поэтому достижение современного уровня и скоростных возможностей обработки больших

массивов разнородных данных сулит невероятный качественный информационный скачок в разведочной геофизике, за которым незамедлительно последует и количественный в геологии. Недостаток только один — человеческий фактор, точнее, чрезмерное доверие к искусственному интеллекту, так как процесс его использования всегда останется интерактивным. И решающую роль в этом тандеме всегда будет играть специалист-геофизик.



**Александр Соколов,**  
к. г.-м. н., директор  
по геологоразведке,  
«ПЕТРОГЕКО»

Я не разделяю всеобщего истерического, модного и восторженного тренда разговоров о цифровизации.

Несомненно, в области рутинных вычислений, повторяющихся операций и регистраций этот процесс должен развиваться органически.

Но когда о применении искусственного интеллекта, например, в геологоразведке начинают говорить люди, которые в разведку ни разу не ходили, бросающиеся при этом модными терминами типа smart wells или «виртуальный цифровой керн», то мне хочется задать вопрос: какую картину признать ценностью — нарисованную рукой художника или же исполненную в самом известном графическом редакторе? Ответ, как мне кажется, будет очевиден.

Так и в геологии — ни одна разведочная идея, тем более в условиях отсутствия многих опорных данных, не может быть решена путем цифровизации процесса. Путь только один — через руки и голову исследователя.



**Сергей Егурцов,**  
генеральный директор,  
«Инновационные  
нефтегазовые  
технологии»

В современных реалиях без цифровых технологий уже невозможна эффективная и конкурентная деятельность. Такие инструменты цифровизации, как большие данные, искусственный интеллект, промышленный интернет, робототехника, уже широко используются в различных отраслях экономики, в том числе и нефтегазовом секторе, в котором в соответствии с программой «Цифровая экономика Российской Федерации»

предусмотрено внедрение цифровой платформы.

Цифровизация необходима для научных исследований при работе с большими объемами информации и может сыграть определяющую роль в повы-

шении скорости обработки геолого-геофизической информации, детализации геологического строения сложных и нетрадиционных коллекторов.

Основные недостатки цифровизации — медленные темпы развития и необходимость совершенствования ее инструментов. Отставание в развитии цифровой экономики связано с недостаточно благоприятной средой для ведения бизнеса и развития инноваций и требует значительных капитальных вложений в инфраструктуру.



**Валентин Колесов,**  
генеральный директор,  
«ПАНГЕЯ»

Алгоритмы Big Data, искусственного интеллекта и машинного обучения (набор алгоритмов, относящихся к этим терминам применительно к задачам нефтяной геологии, примерно одинаков) являются основным инструментом назревшей смены парадигмы интерпретации геолого-геофизических данных и моделирования месторождений.

Усложнение геологического строения разведываемых и разрабатываемых месторождений, разработка нетрадиционных залежей углеводородов, доминирование горизонтальных эксплуатационных скважин кардинально повышают требования к детальности и точности прогнозирования резервуаров. Для «сланцевых» залежей не подходят традиционные представления о геологическом строении, позволяющие с достаточной надежностью подсчитывать запасы подвижной нефти и оценивать возможные дебиты скважин. Горизонтальные скважины несут значительно меньше надежной информации о свойствах пластов, чем вертикальные и наклонные эксплуатационные скважины. В то же время ошибки в глубинах кровли и подошвы пласта, межфлюидных контактах, неоднородности и связности резервуара могут драматически повлиять на продуктивность дорогостоящей горизонтальной скважины.

Общепринятые технологии интерпретации геофизических данных во многих случаях не обеспечивают получения требуемого результата, поскольку они основаны на упрощенных представлениях о свойствах резервуара и связях этих свойств с результатами геофизических измерений, основанных на анализе парных корреляций.

Для уточнения моделей резервуаров с использованием имеющихся геофизических данных необходимо расширение объема и набора одновременно используемой информации, что многократно увеличивает и усложняет набор используемых данных, которые становятся по-настоящему большими.

Пришло время отказаться от парадигмы обязательного использования упрощенных интерпретационных моделей в пользу представления о геологоразведке как научном эксперименте по изучению свойств резервуара геофизическими методами. Помимо применения стандартных подходов необходимо выполнять поиск реальных многомерных связей между параметрами среды и измерениями и последующий прогноз параметров на их основе с оценкой надежности прогноза с применением алгоритмов Big Data, искусственного интеллекта и машинного обучения.

История применения отдельных методов Big Data в нефтяной геологии насчитывает более 50 лет. Однако практическое применение этих методов сталкивается со следующими основными вызовами: неполнота обучающих выборок (ограниченность объема опорных — скважинных данных); неоднородность обучающих выборок (скважины, пробуренные в разных геологических условиях, для обучения можно использовать с существенными ограничениями); очень сложные процедуры геофизических измерений и их обработки — источника интерпретируемой информации; неконтролируемые систематические погрешности измерений, ведущие к систематическим ошибкам в моделях — результатах интерпретации.

Стандартные методы Big Data (наиболее популярны на сегодня нейронные сети) в нефтегазовой геологии из-за перечисленных выше вызовов работают не лучшим образом. Они требуют огромного объема однородных выборок для надежного обучения и обладают врожденным пороком «черного ящика» — их деятельность почти бесконтрольна и непрозрачна для интерпретатора.

Необходимо адаптировать алгоритмы Big Data к специфике геологических задач с учетом опыта их использования и применять комплекс различных математических подходов, использующих разные виды геофизических данных и их комбинации.

Как показывает многолетний опыт, грамотное применение технологий Big Data способно обеспечить существенное повышение надежности, детальности прогнозов и адекватную оценку неопределенности прогнозируемых параметров.

**Дмитрий Левин,**  
к. т. н., ведущий  
консультант по  
геологии, Halliburton

Использование современных цифровых подходов к обработке и интерпретации геофизических данных позво-

ляет заменить стандартные методики, основанные на традиционном корреляционно-регрессионном анализе. Ряд алгоритмов с цифровой реализацией уже используется при работах по анализу гео-

физических полей и созданию моделей нефтегазовых месторождений.

Одним из примеров может служить технология нейронных сетей (с обучением и без обучения), которая зачастую используется в качестве основного инструмента классификации по группе признаков и комплексного прогнозирования. Исходя из нашего опыта, наилучшие результаты применения методов машинного обучения получаются при решении задач классификации как для данных ГИС, так и для сейсмической информации.

Ключевая роль цифровых алгоритмов заключается в повышении производительности при интерпретации геолого-геофизических данных. Преимуществом использования методов искусственного интеллекта является возможность автоматизированной интеграции геолого-геофизической информации различной физической природы с последующим включением в цифровые модели месторождений углеводородов.

К основным недостаткам подобных методик относится сложность геологической интерпретации результатов, а также необходимость корректировки прогнозов геолого-геофизических параметров (эффективных толщин и ФЕС, классификационных групп) по комплексу атрибутов в соответствии с региональными представлениями о строении объектов и априорной информацией о распределении свойств по площади в соответствии с принципиальной моделью осадконакопления.



**Юрий Смирнов,**  
региональный  
менеджер, CGG  
GeoSoftware, CHN

Постоянное внедрение современных достижений в технологические процессы абсолютно необходимо. Рынок меняется достаточно быстро, и очень важно быть максимально технологически оснащенным, чтобы соответствовать растущим требованиям по эффективности и качеству услуг. Сегодняшний тренд в заинтересованности цифровизацией

несет в себе большие перспективы, но в то же время использование технологий должно быть корректным с точки зрения области их применения. Геоинформация, доступная специалистам, может быть получена разными методами и из разных источников. Геофизическая информация основана на определенных физических принципах, и, соответственно, ее необходимо использовать с учетом физических основ метода, его возможностей и ограничений. Имея достаточный набор непротиворечивых с физической точки зрения данных, можно создать



достоверную геологическую модель, описывающую полученные геофизические данные.

Кроме этого, есть и другие источники информации, и другие типы данных, которые можно успешно использовать, применяя современные технологии Big Data, искусственного интеллекта, машинного обучения и так далее. Однако тут тоже необходимо четко понимать, пригодны ли эти данные для соответствующего метода, имеется ли достаточная выборка и репрезентативность, чтобы использовать статистические методы анализа данных и принятия решений.

Грамотное применение машинного обучения, особенно на больших объемах данных, позволяет значительно сократить время выполнения работ. Специалист при этом только контролирует получившиеся результаты, а не выполняет рутинную механическую работу. Наши технологии уже сейчас в автоматическом режиме позволяют по сейсмическим данным успешно определять вероятность наличия разрывного нарушения в конкретной точке сейсмической записи. Можно выполнять автоматическое выделение литотипов в разрезах скважин. Можно автоматически тестировать определенные гипотезы геологического строения, сравнивая их со всей доступной геолого-геофизической информацией и получая вероятностные оценки.

Новые цифровые технологии открывают обширные перспективы их применения. Комплексирование с уже зарекомендовавшими себя методиками позволяет еще больше повысить достоверность прогнозов и отвечать на вопросы, которые еще 20 лет назад оставались без ответов. И ключевую роль в этом играет грамотность и профессионализм специалистов. Использование технологий должно быть только в полном соответствии с их областью применимости. В противном случае результаты могут не соответствовать действительности. Понимание возможностей и ограничений каждого метода, его границ применимости, вариантов комплексирования — это ключевой навык, ведущий к высокой производительности и отличным результатам.

**Михаил Попов,**  
советник по  
отраслевым решениям,  
Halliburton

Цифровизация и цифровая трансформация — сегодня наиболее популярное направление развития в самых различных индустриях. При этом нужно особо отметить, что в разных индустриях степень цифровизации в настоящий момент существенно различается. Так, например, в области геолого-геофизического сервиса цифровизация началась 20–30 лет назад — и сегодня мы наблюдаем новую фазу цифровой трансформации в ГТР, простимулированную успехами в IT-индустрии.

Многие методы, составляющие основу цифровизации, использовались в отрасли и 20 лет тому назад. Некоторые методы по ряду причин не получили широкого распространения, но сегодня уникальные возможности облачных вычислений и простота наукоемких реализаций позволяют существенно расширить область применения алгоритмов, используемых десятилетиями.

Эти факторы дают возможность по-новому взглянуть на старые проблемы и опробовать новые варианты решения рутинных задач. Построение карты 30–40 лет назад было отдельной задачей, а сегодня это достаточно простая операция, и на следующем этапе цифровизации построение моделей должно быть максимально автоматизировано.

Первыми шагами в этом направлении будут автоматизация рутинных задач, таких как корреляция, трассирование, пикирование, умный помощник специалиста.

Реализация адаптивных когнитивных технологий позволит существенно сократить затраты на рутинные задачи, которые занимают до 80% времени специалиста, но, как показывает опыт, появятся более сложные и тонкие задачи — и пятикратного сокращения сроков выполнения проектов не будет.

Основная часть алгоритмов, на которые возлагают большие надежды, говоря о цифровизации, известна много лет, так что понятны основные ограничения этих алгоритмов: сложность формализации геологических концепций и неопределенностей и бесконечная сложность геологических объектов. Однако существенно автоматизировать и интегрировать многие процессы все же будет возможно.

Цифровизацию целесообразно рассматривать как очередной этап поступательного развития ГТР, который растянется на десятилетия.



**Андрей Куницын,**  
к. г.-м. н., руководитель  
подразделения  
геофизических  
исследований,  
Halliburton

Использование нейронных сетей представляется возможным для автоматизированной интерпретации данных, особенно для зрелых месторождений.

Имеющийся накопленный огромный объем информации позволит проводить корреляцию между получаемой геоинформацией и свойствами пластов с использованием искусственного интеллекта. Следует ожидать, что будет определенный переходный период, когда

потребуется проверка и корректировка получаемых результатов специалистами, но тем не менее вряд ли это остановит естественный технический прогресс.