



Топ-15 технологий в нефтегазовом секторе

Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ определил с помощью системы анализа больших данных iFORA ключевые направления прикладных исследований и разработок для нефтегазового сектора, которые могут существенно изменить его глобальный технологический облик уже в краткосрочной перспективе.

Справочно: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA разработана ИСИЭЗ НИУ ВШЭ с применением передовых технологий искусственного интеллекта и включает более 800 млн документов (научные публикации, патенты, нормативная правовая база, рыночная аналитика, отраслевые медиа, материалы международных организаций, вакансии, другие виды источников). В 2020 г. iFORA отмечена в журнале *Nature* в качестве эффективного инструмента поддержки принятия решений в интересах бизнеса и органов власти. ОЭСР относит систему к успешным инициативам в области цифровизации науки. Для данного исследования были проанализированы более 370 тыс. мировых патентов из массива EPO Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT) за 2013–2022 гг.

К нефтегазовому сектору в данном обзоре отнесены деятельность по разведке месторождений, добыче, транспортировке, переработке нефти и газа, а также реализации продукции их переработки.

Нефтегазовый сектор остается одним из ключевых в российской экономике. По [данным](#) Росстата, в 2023 г. его доля в ВВП составила 16.5%. Анализ мировых патентов показывает, что в ближайшие несколько лет глобальный технологический облик сектора будут формировать измерительные, био-, нано-, цифровые технологии и робототехника (табл. 1). Ведущиеся по этим направлениям разработки призваны повысить эффективность добычи, транспортировки и переработки углеводородов (интенсифицировать работу скважин и др.), снизить производственные затраты и объемы выбросов в окружающую среду, а также повысить безопасность на рабочих местах.

Таблица 1. Топ-15 технологий в нефтегазовом секторе

Ранг	Технологии	Группы технологий	Индекс значимости
1	Измерения во время бурения (MWD, measurement while drilling)		1.00
2	Применение бактерицидов		0.49
3	Каротаж во время бурения (LWD, logging while drilling)		0.44
4	Технологии на основе графена		0.21
5	Большие данные		0.18
6	Глубокое обучение		0.09
7	Применение бактерий, разлагающих нефть		0.08
8	Наночистота		0.07
9	Беспилотный летательный аппарат (БПЛА)		0.07
10	Компьютерное зрение		0.06
11	3D-печать и моделирование		0.06
12	Микробиологические методы повышения нефтеотдачи		0.05
13	VR / AR		0.04
14	Роботизированная буровая установка		0.04
15	Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат (ТНПА)		0.02

Легенда: Измерительные технологии Цифровые технологии Биотехнологии
 Нанотехнологии Робототехника

Рассчитано на основе массива патентов EPO Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT) (более 370 тыс. англоязычных источников за 2013–2022 гг.). Индекс значимости технологии показывает ее относительную встречаемость в проанализированном массиве источников, где 1 соответствует максимальному числу упоминаний. При расчете учитываются частота встречаемости термина, его специфичность и векторная центральность. Частота встречаемости сама по себе недостаточна для отражения реальной актуальности термина, важно, чтобы он обозначал конкретное научно-технологическое направление и не был слишком общим (эту задачу решает показатель специфичности), а векторная центральность отражает степень его связи с другими направлениями поиска.

Ключевые позиции в патентовании в нефтегазовом секторе отведены группе *измерительных технологий*. В отличие от традиционных, современные способы измерения операций в скважине позволяют анализировать данные в режиме реального времени, а не по окончании бурения. За счет этого добывающие компании оптимизируют траектории скважины и улучшают контроль над разработкой месторождения. Измерения во время бурения (**№ 1**) осуществляют с помощью погружаемых в ствол скважины датчиков, которые фиксируют азимут (направление относительно севера) и наклон (угол между стволом скважины и вертикалью) и через небольшие отрезки времени отправляют информацию на поверхность. Похожим образом получают данные о геологических образованиях, через которые проходит долото, с помощью каротажа во время бурения (**№ 3**).

В числе топовых направлений прикладных исследований и разработок наибольшее число патентов защищают решения на базе *цифровых технологий*, пронизывающих все ключевые процессы нефтегазового сектора – от разведки и добычи (upstream) до переработки и распределения (downstream). На каждом этапе генерируются массивы больших данных (**№ 5**), в том числе в ходе использования промышленных датчиков. Их дальнейшая обработка и анализ становятся основой для оптимизации производства, а также позволяют предвидеть и предотвращать возможные поломки или аварии. Традиционные способы исследования подземных структур и разведки месторождений, построения оптимальных транспортных маршрутов нефтесервиса, прогнозирования спроса на энергоносители в будущем могут вытеснить нейросети, основанные на глубоком обучении (**№ 6**), наряду с компьютерным зрением (**№ 10**), 3D-моделированием (**№ 11**) пластов и технологиями виртуальной реальности (**№ 13**).

Спектр применения *биотехнологий* в секторе также разнообразен. Для борьбы с коррозионно-опасной для нефтепроводов микрофлорой разрабатываются специальные бактерициды (**№ 2**). Их использование снижает расходы на ремонт и техническое обслуживание оборудования, а также может существенно продлить срок его эксплуатации. На этапе добычи нефти для ее извлечения в больших объемах из коллекторов применяют микробиологические методы повышения нефтеотдачи (**№ 12**). Справляться с последствиями аварийных разливов на почве и на воде, а также в целом улучшать экологическую обстановку помогают бактерии, разлагающие нефть до соединений, безопасных для окружающей среды (**№ 7**).

Новые материалы и химические соединения позволяют оптимизировать процессы строительства трубопроводов, максимизировать продуктивность скважин, снизить вредные выбросы в окружающую среду. Популяризация и коммерциализация графена открыла дорогу инновациям на разных этапах добычи нефти и газа, даже притом что более широкому распространению материала все еще препятствует его дороговизна. Так, на основе *наночастиц* графена (**№ 4**) изготавливают коррозионностойкие покрытия для металлических труб, используемых для транспортировки нефти, и разрабатывают буровые растворы, препятствующие скоплению на фильтре толстой корки в виде отложений твердых частиц, затрудняющих проникновение раствора в нефтяной пласт. Технология нанофильтрации (**№ 8**), основанная на разделении растворов путем их пропуска через мембраны, в нефтегазовом секторе может применяться для очистки добываемых углеводородов от примесей или сточных вод от промышленных загрязнений.

Роботизация повышает безопасность операций и производительность труда при обслуживании промышленного оборудования и ускоряет переход к концепции «безлюдного» производства в нефтегазовом секторе. БПЛА (**№ 9**) и ТНПА (**№ 15**) позволяют преодолевать огромные расстояния, на которые простираются нефте- и газопроводы как на поверхности Земли, так и под водой; вести вне зависимости от климатических условий мониторинг состояния объектов нефтегазовой инфраструктуры и своевременно обнаруживать утечки. Оснащенные датчиками дроны упрощают сбор информации при поисково-разведочных работах. Роботизированные буровые установки (**№ 14**) позволяют автоматизировать обустройство скважин, в том числе на глубоководных месторождениях, сократить трудоемкий процесс бурения и снизить травматичность на месте проведения работ.



Источники: расчеты на основе системы интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ); результаты проекта «Исследование тенденций и факторов устойчивого развития сферы науки и технологий» (реализуется Лабораторией исследований науки и технологий ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

■ Материал подготовила **Е. А. Сабидаева**

Данный материал НИУ ВШЭ может быть воспроизведен (скопирован) или распространен в полном объеме только при получении предварительного согласия со стороны НИУ ВШЭ (обращаться issek@hse.ru). Допускается использование частей (фрагментов) материала при указании источника и активной ссылки на интернет-сайт ИСИЭЗ НИУ ВШЭ (issek.hse.ru), а также на автора материала. Использование материала за пределами допустимых способов и/или указанных условий приведет к нарушению авторских прав.