



ПРОГНОЗИРОВАНИЕ  
ПРИХВАТА ТРУБЫ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ  
ГЕРМЕТИЧНОСТИ  
КРЕПИ СКВАЖИН



# Нефтегаз.RU

ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

ИНТЕРЕСНО О СЕРЬЕЗНОМ

ISSN 2410-3837

3 [159] 2025

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БУРЕНИЯ



Входит в перечень ВАК (К1)

**25** ЛЕТ **ССК**

НАДЕЖНОСТЬ В ПАРТНЕРСТВЕ!  
КАЧЕСТВО В РАБОТЕ!  
УВЕРЕННОСТЬ В БУДУЩЕМ!

[www.sibserv.com](http://www.sibserv.com)

Сибирская  
Сервисная Компания  
основана 1 февраля

**2000**  
года

Годовой  
объем поисково-  
разведочного  
и эксплуатационного бурения  
превышает

**1,7** млн м  
проходки

[www.sibserv.com](http://www.sibserv.com)

**Сибирская  
Сервисная Компания:**  
25 лет успешных решений  
на благо энергетической  
безопасности  
России!

**ССК**

лучшая компания  
в номинации  
«Условия труда  
и репутация»

**3** года

ССК лучшая  
в эксплуатационном  
и разведочном  
бурении

**ССК**  
Сибирская Сервисная Компания

АО «Сибирская Сервисная Компания»

Адрес (исполнительный аппарат):

125284, г. Москва, Ленинградский пр-т, д. 31а, стр. 1, эт. 9

e-mail: [cck@sibserv.com](mailto:cck@sibserv.com)

Тел./факс:

**+7 (495) 225-75-95**

В  
**2014** г.

буровая ССК признана  
лучшей у Shell

**20**

**МЛН М**

проходки – объем  
поисково-разведочного  
и эксплуатационного  
бурения

**ГЕОГРАФИЯ**



Более  
**85** %

пробуренных скважин –  
горизонтальные

**25 лет**  
**Сибирская Сервисная  
Компания**  
является лидирующим  
российским независимым  
нефтесервисным  
предприятием

**2** года

лучшие  
в телеметрии  
и наклонно-  
направленном  
бурении

**ПАРТНЕРЫ**



**ССК**

входит в тройку лидеров  
в номинации  
«Экологические  
решения»



# НОВЫЕ ПОДХОДЫ К БЕЗОПАСНОСТИ ТЭК

ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В ПРОЕКТЕ

ВЗГЛЯД ИЗ КОСМОСА ↘



ЦИФРОВАЯ БУРОВАЯ —  
↙ НОВАЯ СТУПЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ

АВТОМАТИЗАЦИЯ  
И РОБОТЫ ↘

**ENSMAS**



НЕ ВКЛЮЧАТЬ  
РАБОТАЮТ ЛЮДИ

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР ↗



↑ ИСКУССТВЕННЫЙ  
ИНТЕЛЛЕКТ



**ПромМашТест**



**АБС Электро**

ЗАЩИТА ПРОМЫШЛЕННОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ ↙

**КЭАЗ** ЭНЕРГИЯ  
ЕДИНСТВА

↗ ПОЛИТИКА БЕЗОПАСНОСТИ



Safety.neftegaz.ru

РЕКЛАМА



**ANT ENGINEERING**

↙ БПЛА: ЗАЩИТА И УГРОЗА

**ТЕРРАЛИНК**  
ТЕХНОЛОГИИ



**pt**

↑ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

**kaspersky**



**ГАЗСТРОЙПРОМ**  
СТРОЙТРАНСНЕФТЕГАЗ



↙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ СООРУЖЕНИЙ



↗ НОВОСТИ



↙ ЗАЩИТА ДАННЫХ

Унификация математического аппарата квалиметрии для оценки качества бурения и капитального ремонта скважин



18

Прихват трубы и трудности его прогнозирования: проблема и решение



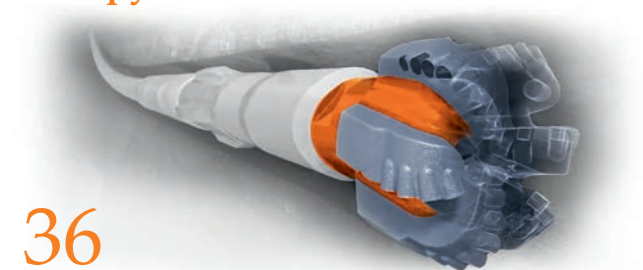
24

Тампонажный раствор с эффектом отложенной гидратации полимера для восстановления герметичности крепи скважины



30

Выигрышная комбинация расположения резцов PDC на породоразрушающем инструменте



36

Эпохи НГК 8

#### РОССИЯ *Главное*

Новыми стрелами по старым мишеням 10

Мягкая зима и прекращение транзита по ГТС Украины повлияли на добычу газа 12

*События* 14

*Первой строчкой* 16

#### НЕФТЕСЕРВИС

Унификация математического аппарата квалиметрии для оценки качества бурения и капитального ремонта скважин 18

#### НЕФТЕСЕРВИС

Прихват трубы и трудности его прогнозирования: проблема и решение 24

Тампонажный раствор с эффектом отложенной гидратации полимера для восстановления герметичности крепи скважины 30

Выигрышная комбинация расположения резцов PDC на породоразрушающем инструменте 36

#### ПРИКЛАДНАЯ НАУКА

Теоретическая концепция добычи твердых полезных ископаемых морского и океанического дна при помощи камуфлетно-гидромониторного эрлифтного метода 42

Носители для катализаторов пиролиза углеводородного сырья и их влияние на показатели процесса



48

Проблемы недропользования в странах ЕАЭС



76

ИИ в системах раннего предупреждения чрезвычайных ситуаций в арктических перевозках судами смешанного типа плавания



88

Совершенствование методов технико-экономической оценки эффективности разработки месторождений углеводородов



94

#### ПЕРЕРАБОТКА

Носители для катализаторов пиролиза углеводородного сырья и их влияние на показатели процесса 48

#### РЫНОК

Австрия: особенная страна на газовом рынке Европы 54

Российско-китайское сотрудничество в газовой сфере: современное состояние и перспективы развития в контексте реализации проекта «Сила Сибири» 58

#### ГОСРЕГУЛИРОВАНИЕ

Методологический инструментарий разработки и практической реализации государственной инвестиционной политики в нефтегазовом комплексе России 66

Проблемы недропользования в странах ЕАЭС 76

*Календарь событий* 87

#### ЦИФРОВИЗАЦИЯ

ИИ в системах раннего предупреждения чрезвычайных ситуаций в арктических перевозках судами смешанного типа плавания 88

*Россия в заголовках* 93

#### ЭКОНОМИКА

Совершенствование методов технико-экономической оценки эффективности разработки месторождений углеводородов 94

*Хронограф* 101

*Новости науки* 102

*Нефтегаз Life* 104

*Классификатор* 106

*Цитаты* 112

**206 лет назад**

В 1819 году на Аптекарском острове Санкт-Петербурга зажегся первый уличный газовый фонарь.

**134 года назад**

В 1891 году В.Г. Шухов изобрел промышленную установку термического крекинга нефти.

**114 лет назад**

В 1911 году на основании договора Императорского Автомобильного Общества с Товариществом «Братья Нобель» в России появились первые бензиновые заправочные станции.

**77 лет назад**

В 1948 году постановлением Совета министров СССР от 30 декабря в Министерстве нефтяной промышленности создан Главнефтегаз.

**51 год назад**

В 1974 году введен в эксплуатацию нефтепровод «Дружба-2», вдвое увеличивший возможности экспорта нефти.

**36 лет назад**

В 1989 году Министерство газовой промышленности СССР преобразовано в государственный газовый концерн «Газпром».

**25 лет назад**

В 2000 году открыто гигантское шельфовое нефтегазовое месторождение Кашаган с запасами 4,8 млрд т.

**23 года назад**

В 2002 году впервые в мировой нефтяной практике профессор А. Шабанов применил химические сенсоры и органические соединения для определения водного состава нефтяных пластов.

**21 год назад**

В 2004 году запущена первая очередь Каспийского трубопроводного консорциума. Цель проекта – соединить месторождения Западного Казахстана с российским побережьем Черного моря.

**13 лет назад**

В 2012 году введено в эксплуатацию Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение, открытое в 1971 году и названное в честь советского геолога Вадима Бованенко.

Издательство Neftegaz.RU

## РЕДАКЦИЯ

**Главный редактор**  
Ольга Бахтина

**Шеф-редактор**  
Анна Павлихина

**Редактор**  
Анастасия Никитина

**Аналитики**  
Анатолий Чижевский  
Дарья Беляева

**Журналисты**  
Анна Игнатьева  
Елена Алифирова  
Анастасия Гончаренко  
Анастасия Хасанова  
Анна Шевченко

**Дизайн и верстка**  
Елена Валетова

**Корректор**  
Виктор Блохин

## РЕДКОЛЛЕГИЯ

**Ампилов Юрий Петрович**  
д.т.н., профессор, МГУ им. М.В. Ломоносова

**Алюнов Александр Николаевич**  
к.т.н., ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

**Бажин Владимир Юрьевич**  
д.т.н., эксперт РАН, Санкт-Петербургский горный университет

**Гриценко Александр Иванович**  
д.т.н., профессор, академик РАН

**Гусев Юрий Павлович**  
к.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО НИУ МЭИ

**Данилов-Данильян Виктор Иванович**  
д.э.н., профессор, член-корреспондент РАН, Институт водных проблем РАН

**Двойников Михаил Владимирович**  
д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский горный университет

**Еремин Николай Александрович**  
д.т.н., профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

**Илюхин Андрей Владимирович**  
д.т.н., профессор, Советник РААСН, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет

**Каневская Регина Дмитриевна**  
действительный член РАН, д.т.н., профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

**Макаров Алексей Александрович**  
д.э.н., профессор, академик РАН, Институт энергетических исследований РАН

**Мастепанов Алексей Михайлович**  
д.э.н., профессор, академик РАН, Институт энергетической стратегии

**Панкратов Дмитрий Леонидович**  
д.т.н., профессор, Набережночелнинский институт

**Половинкин Валерий Николаевич**  
научный руководитель ФГУП «Крыловский государственный научный центр», д.т.н., профессор, эксперт РАН

**Салыгин Валерий Иванович**  
д.т.н., член-корреспондент РАН, профессор МИЭП МГИМО МИД РФ

**Третьяк Александр Яковлевич**  
д.т.н., профессор, Южно-Российский государственный политехнический университет, академик РАН



Издательство:  
ООО Информационное агентство  
Neftegaz.RU

**Директор**  
Ольга Бахтина

**Отдел рекламы**  
Дмитрий Аверьянов  
Валентина Горбунова  
Анна Егорова  
Марина Шевченко  
Галина Зуева  
Евгений Короленко

account@neftgaz.ru  
Тел.: +7 (495) 778-41-01

Деловой журнал Neftegaz.RU зарегистрирован федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия в 2007 году, свидетельство о регистрации ПИ №ФС77-46285

Перепечатка материалов журнала Neftegaz.RU невозможна без письменного разрешения главного редактора. Редакция не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламных объявлениях, а также за политические, технологические, экономические и правовые прогнозы, представленные аналитиками. Ответственность за инвестиционные решения, принятые после прочтения журнала, несет инвестор.

Отпечатано в типографии  
«МЕДИАКОЛОР»

Заявленный тираж  
8000 экземпляров

**Служба технической поддержки**  
Сергей Прибыткин

**Выставки, конференции, распространение**  
Мария Короткова

**Отдел по работе с клиентами**  
Екатерина Данильчук

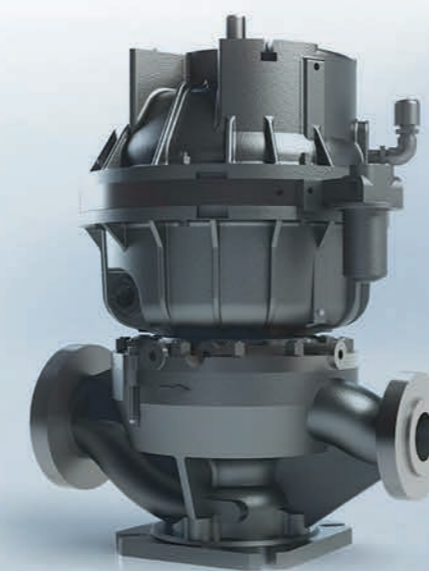
**Адрес редакции:**  
123001, г. Москва,  
Благовещенский пер., д. 3, с.1  
Тел.: +7 (495) 778-41-01  
www.neftgaz.ru  
e-mail: info@neftgaz.ru  
Подписной индекс Урал Пресс 013265



ПРЕЖНЕЕ НАЗВАНИЕ «BEIJING AEROSPACE PETROCHEMICAL TECHNOLOGY AND EQUIPMENT ENGINEERING CORPORATION LIMITED»



## Высокоскоростной центробежный насос со встроенным редуктором (API 610 OH6)



Вертикальный насос (OH6)



Цех



Испытательный стенд



Сервис на площадке Сибур

## Насосные агрегаты • Запасные части • Сервис

- ▶ **Расход** 1~360 м³/ч, напор: 80~3600 м
- ▶ **Мощность двигателя** 5,5~2000 кВт
- ▶ **Температура** -130~+340 °C
- ▶ **Область применения:** нефтеперерабатывающая, нефтехимическая, химическая отрасли
- ▶ **Типичное применение:** этилен, пропилен, ПЭ, ПП, ТФК и др.
- ▶ **ISO Сертификаты:** ISO9001, ISO14001, OHSAS 18001  
EAC Сертификаты: TP TC 010/2011, TP TC 012/2011, TP TC 020/2011
- ▶ **Квалифицированный поставщик:** BASF, BP, CTCL, Daelim, Enter, Fluor, Foster Wheeler, GS, Hyundai, Saipem, Samsung, Tecnimont, Toyo
- ▶ **Насосы применялись** в процессах, лицензированных Invista, BP, Univation, Technip, UOP, Axens, Fluor, Siemens и Johnson Matthey
- ▶ **Конечные потребители в СНГ:** ООО «Амурский газохимический комплекс» (Сибур), Иркутская нефтяная компания, АО «ПОЛИЭФ» (Сибур), Руссоко и ПКОП Шымкентский НПЗ

Штаб-квартира г. Пекин, Китай  
Контактное лицо: Лю Сяо  
Тел: +86-10-87094356, 87094328  
+8617319371970  
E-mail: liux@calt11.cn, burw@calt11.cn

Авторизованный дилер ООО «Юникс Инжиниринг»  
Тел/Факс: +7(495) 648-62-78  
E-mail: office@unix-eng.ru

24 февраля  
вступил в силу  
**16-й** пакет  
санкций ЕС

С 16%  
до **6%**  
сократился экспорт российского  
алюминия в ЕС за четыре года

**74**  
танкера  
попали в черный список

**ЕС**  
ввел запрет  
на временное хранение российской  
нефти и нефтепродуктов

## НОВЫМИ СТРЕЛАМИ ПО СТАРЫМ МИШЕНЯМ

Анна Павлихина

24 февраля вступил в силу шестнадцатый пакет санкций ЕС против России. Одновременно список своих рестрикций расширило правительство Великобритании, пополнив его новыми физлицами, компаниями и морскими судами. Эксперты по-разному оценивают влияние нововведений на российскую экономику, мнение одних сводится к равнодушному пренебрежению, другие призывают готовиться к далеко идущим последствиям. И те и другие правы в равной степени в зависимости от того, на чем концентрировать фокус.

Шестнадцатый пакет включил меры по запрету на ввоз ряда продуктов и технологий, в том числе жизненно важных для топливно-энергетического комплекса, но ранее в той или иной мере проведенных в жизнь предыдущими санкционными ограничениями. Так, практически дублируя четырнадцатый пакет, расширен запрет на импорт технологий, услуг и оборудования, используемых в процессах нефтедобычи. Это палки в колеса проектов по сжижению газа и «Восток Ойл». Однако вот уже три года российские компании обходятся без европейского оборудования, аналитики напоминают, что на том же «Восток Ойл» применяют в основном оборудование российского производства, а «НОВАТЭК» уже несколько лет развивает свои СПГ-проекты в условиях отсутствия доступа к европейскому оборудованию, что дает основания оптимистично полагать, что эти пункты не окажут никакого чрезмерного воздействия на отрасль.

Иная ситуация с запретом на ввоз программного обеспечения, необходимого для проведения геолого-разведочных работ. Этот наиболее уязвимый сегмент нефтегазовой отрасли, традиционно испытывал потребность в импортных технологиях. Полное прекращение поставок не будет иметь сиюминутного



эффекта, но создаст сложности в будущем, ведь именно от ГРП зависит уровень и качество освоения новых месторождений, а значит, и объем добычи полезных ископаемых.

К незначительным запретам, предусмотренным новыми санкциями, можно отнести запрет на ввоз в Россию некоторых химических веществ, а также программного обеспечения, используемого в игровых консолях и джойстиках. На первый взгляд, странно, но это же ПО применяется при управлении беспилотными летательными аппаратами. Не обошлось без мер, призванных навредить финансовому сектору: под запрет попали транзакции финансовых организаций, использующих систему передачи финансовых сообщений Центробанка России, созданных за пределами РФ.

Не отнесимая к новшествам борьба с теневым флотом в шестнадцатом пакете приобретает новые контуры. Так, в черный список попали еще 74 танкера (это то, что мы отнесем к количественным изменениям) и пять портов (что уже можно считать поправкой на качество) – Приморск, Усть-Луга, Новороссийск, Астрахань и Махачкала, заподозренные в использовании для обхода потолка цен на нефть.

Все это сложно отнести к принципиальным нововведениям, в той или иной мере и финансовые институты, и промышленные предприятия уже научились существовать в атмосфере ограничения услуг и технологической изоляции. Эксперты сходятся во мнении, что страны Евросоюза исчерпали свои возможности, а каждый новый пакет санкций лишь увеличивает количество вовлеченных физических и юридических лиц.

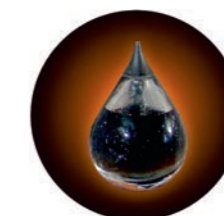
Но среди этих дублирующихся и незначительных ограничений есть те, которые должны настораживать, причем не только российских участников рынка.

Активно обсуждаются ограничения на импорт алюминия. Вводную также нельзя назвать принципиально новой, ведь ограничения на ввоз из России обработанных алюминиевых изделий был введен ранее. Теперь под запрет попал первичный алюминий. Вероятность в связи с этим коллапсов на рынке продукта ничтожно мала. И продавец, и покупатель без труда найдут новых партнеров. Импорт первичного алюминия из РФ в ЕС не был особенно велик, а за последние четыре года и вовсе уменьшился с 16 до 6%. Для России поставки в ЕС составляли не более 10% от общего экспорта алюминия. В свою очередь, европейские страны могут

закупать его более чем в пятнадцати странах, в числе которых страны Ближнего Востока и АТР. Сложно избавиться от предчувствия колебания цен на алюминий, но, скорее всего, кривые стоимости не выйдут за рамки разумного. В большей степени экспертов беспокоит другое последствие. Самым дорогим «компонентом» в производстве алюминия является электроэнергия, которая в Европе значительно более дорогая, чем в России, в связи с чем введение ограничений может привести к росту инфляции в европейских странах.

Еще одной санкционной мерой, которая негативно скажется на европейских компаниях не меньше, чем на российских, стал запрет на временное хранение в ЕС российской нефти и нефтепродуктов. Так как нововведение распространяется на нефть, продаваемую в пределах ценового потолка, оно обязательно скажется на объемах торговли. Для России это означает снижение поставок нефти в Европу и увеличение экспорта в Азию, вероятно, с большим дисконтом. Нефть придется везти в обход портов традиционного маршрута (Роттердам, а также порты Польши и Греции) и пользоваться портами в Турции и странах Северной Африки, что удлинит логистическое плечо, сделает доставку более долгой и приведет к повышению цены. Европейские компании также понесут убытки, в частности – занятые в сфере логистики, а также порты потеряют часть доходов.

Разработчики шестнадцатого пакета санкций уверены, что предусмотренные ими меры ударят по наиболее важным отраслям российской экономики. Не все с ними согласны. Звучат даже прогнозы, согласно которым запрет на хранение российской нефти в ЕС простимулирует развитие собственной инфраструктуры на российском Дальнем Востоке, что очень хорошо, ведь 80% нефти страна поставляет в азиатские страны. Другие не разделяют этого оптимизма и признают февральский пакет санкций наиболее жестким за последние три года, полагая, что он приведет к сокращению основных статей дохода российского бюджета. Но даже если согласиться, что февральские санкции не несут принципиальных новшеств и чрезвычайных рисков, то ограничения и запреты как минимум усложнят торговлю углеводородами и потребуют дополнительных расходов на логистику. ●





## МЯГКАЯ ЗИМА И ПРЕКРАЩЕНИЕ ТРАНЗИТА ПО ГТС УКРАИНЫ ПОВЛИЯЛИ НА ДОБЫЧУ ГАЗА

Елена Алифирова

Добыча газа в России в январе 2025 г. снизилась по сравнению с аналогичным периодом прошлого года на 3%, составив 64,8 млрд м<sup>3</sup> с учетом газа, сожженного на факелах, но практически не изменилась к предыдущему месяцу, согласно статистике Минэнерго РФ. Основной причиной снижения добычи стал погодный фактор. Аномально низкие температуры в январе 2024 г. оказали поддержку как внутреннему потреблению, так и спросу на восточном и южном экспортных направлениях. На фоне сильных холодов, установившихся в январе 2024 г., в середине января Газпром обновил исторический рекорд суточных поставок по Единой системе газоснабжения России – 1,8147 млрд м<sup>3</sup> газа. Также в январе 2024 г. была установлена серия рекордов суточных поставок газа в Китай. Январь 2025 г. стал самым теплым для планеты за много лет. Кроме того, на динамике добычи газа сказались остановка с 1 января 2025 г. транзита российского трубопроводного газа в Европу по газотранспортной системе Украины. В результате у Газпрома на западном направлении остался единственный доступный маршрут поставок трубопроводного газа – через вторую нитку магистрального газопровода Турецкий поток и ее сухопутное продолжение. Сейчас этот маршрут работает на сверхпроектном уровне, но полностью компенсировать прекращение украинского транзита не может: в январе через Турецкий поток в Европу было поставлено 1,524 млрд м<sup>3</sup> газа, что на 27,6% больше, чем годом ранее, но в целом поставки трубопроводного газа в Европу снизились на 38,7%, по итогам февраля показатели были сопоставимы – 1,5 млрд м<sup>3</sup>. Прогноз на 2025 г. в целом – 18 млрд м<sup>3</sup> газа (при проектной мощности каждой из двух ниток МГП Турецкий поток на уровне 15,75 млрд м<sup>3</sup>) по сравнению с 31,7 млрд м<sup>3</sup> в 2024 г. по двум маршрутам (МГП Турецкий поток и ГТС Украины).

Мягкий январь, а также ограничения в рамках ОПЕК+ повлияли на показатели добычи газа у независимых производителей: НОВАТЭК снизил добычу газа почти на 1%, до 7,16 млрд м<sup>3</sup>, Роснефть – на 7,6%, до 6,3 млрд м<sup>3</sup>, Газпром нефть – на 2,2%, до 2,6 млрд м<sup>3</sup>, ЛУКОЙЛ – на 3%, до 1,54 млрд м<sup>3</sup>, Сургутнефтегаз – на 12,6%, до 491 млн м<sup>3</sup>, НК – на 5,2%, до 529 млн м<sup>3</sup>. ●

## Рейтинги Neftegaz.RU

ЕС ввел шестнадцатый пакет санкций против России, запретив временное хранение российской нефти и нефтепродуктов и продолжив борьбу с теневым флотом. Скажутся ли эти меры принципиальным образом на экономике России и какое из ограничений сильнее всего ударит по топливно-энергетическому комплексу страны?

Какая мера шестнадцатого санкционного пакета ЕС наиболее вредна для экономики России?

16%

Ограничения на экспорт товаров и технологий, в частности ПО, связанного с ГРП

17%

Запрет на временное хранение российской нефти и нефтепродуктов в ЕС

19%

Ограничения против танкеров

10%

Экспортные ограничения на химические прекурсоры, некоторые виды пластика и резины

12%

Ограничения на импорт первичного алюминия из России

26%

Самая жесткая мера – запрет на поставки в ЕС сжиженного природного газа из России – реализована не была, остальные не столь существенны

1 февраля 2025 г. Д. Трамп подписал указ о повышении тарифов на товары из Канады, Китая и Мексики, а 10 февраля 2025 г. распорядился о введении пошлины в размере 25% на весь импорт стали и алюминия. К чему приведут эти нововведения и не окажутся ли сами США в проигрыше от предпринятых мер?

К каким последствиям приведет решение американского президента о повышении импортных пошлин?

22%

Пошлины могут привести к значительному росту цен на электроэнергию в США, так как внутренние мощности удовлетворяют лишь 20% потребностей

18%

Решение вызовет ответные меры и повысит цены на товары внутри страны

27%

Эти меры протекционизма, они будут способствовать развитию собственных американских производств

33%

Введение пошлин приведет к новому витку торговой войны, что негативно скажется на экономиках всех задействованных стран

# Ваши роскошные выходные в Санкт-Петербурге

ОТЕЛЬ «АСТОРИЯ», САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



реклама



HOTEL ASTORIA  
ST PETERSBURG

A ROCCO FORTE HOTEL

Исаакиевская пл. / Ул. Большая Морская, 39, Санкт-Петербург, 190031, Россия

Тел. +7 812 494 5757

roccofortehotels.com

Обвал рынка акций  
Выборы президента  
Газовые войны  
Запуск нового производства  
Слияние капиталов  
Северный поток  
Новый глава Роснефти  
Цены на нефть

Второй венка ВСТО  
Богучанская ГЭС запущена  
Продажа квот  
Цены на газ  
Южный поток  
Дошли руки до Арктики  
Северный поток достроили

## Индия планирует увеличить закупки нефти у США

Индия в ближайшем будущем может увеличить ежегодные объемы закупок энергоносителей из США с нынешних 15 млрд долл. до 25 млрд. долл. Страны намерены сфокусироваться на увеличении торговли нефтью и газом, увеличить инвестиции в энергетическую инфраструктуру, сотрудничать в области атомной энергетики, обороны и современных технологий. Кроме того, американский президент заявил о достижении договоренности с Индией вместе инициировать создание нового торгового маршрута, который пройдет от Индии до Израиля, Италии и далее до Соединенных Штатов, соединяя партнеров портами, железными дорогами и подводными кабелями.

## СПГ с КСПГ Портовая отправился в Китай

Газпром пытается доставить груз со среднетоннажного комплекса по производству сжиженного природного газа Газпром СПГ Портовая в Китай. КСПГ и два обслуживающих проект танкера-газовоза Великий Новгород и Псков были включены в санкционные списки США 10 января 2025 г.

**В Антарктике завершены работы по китайско-российскому проекту бурения и геофизических исследований. Уникальная скважина прошла через 540-метровую толщу льда и углубилась на полметра в подледниковые горные породы. Скважина на Земле Принцессы Елизаветы является единственной, где удалось получить ледяной керн по всей глубине и провести детальные геофизические измерения**

**Иран запустил газопровод Арсанджан – Голгохар для газоснабжения крупных металлургических заводов в провинции Керман. Также были введены в строй два цеха по производству губчатого железа производительностью 1,05 млн т в год, завод прямого восстановления железа мощностью 1,85 млн т в год, а также газопровод Арсанджан – Голгохар, призванный обеспечить газоснабжение сталелитейных предприятий**

Все торговые операции с СПГ-заводом должны быть свернуты до 27 февраля 2025 г. Несмотря на это Газпром осуществил отгрузку партии СПГ с КСПГ Портовая и пытается доставить ее в Китай: по данным Kpler, 13 февраля 2025 г. состоялась первая с начала месяца отгрузка СПГ, партию принял танкер-газовоз Псков (Pearl), который должен доставить ее на терминал в Тяньцзинь в Бохайском заливе 22 марта.

КСПГ Портовая остается важнейшим проектом для Газпрома на Северо-Западе, хотя проблемы с реализацией СПГ могут оказаться крайне серьезными.

## Увеличение мощности Сенгилеевской ГЭС

В рамках строительства нового здания Сенгилеевской ГЭС Каскада Кубанских ГЭС начались

работы по монтажу закладных частей гидротурбин. В новом здании будет установлено три гидроагрегата с радиально-осевыми гидротурбинами. На фундаментах завершена установка облицовок диффузоров и колен отсасывающих труб для всех трех гидроагрегатов, и осуществляется их сборка.

Следующий этап включает монтаж и закрепление спиральной камеры, ее соединение с напорными водоводами и последующее бетонирование. После завершения установки и бетонирования закладных частей начнется монтаж ключевых узлов гидротурбин. Программа комплексной модернизации предполагает полное обновление оборудования Сенгилеевской ГЭС и большинства ее гидротехнических сооружений. В настоящее время продолжается строительство нового водоприемника, уравнильной башни, металлических напорных водоводов, а также капитальный ремонт деривационного бетонного трубопровода. После завершения модернизации ожидается увеличение мощности гидроэлектростанции с 15 МВт до 17,85 МВт. РусГидро осуществляет Программу комплексной модернизации, за 12 лет реализации которой установленная мощность гидроэлектростанций увеличилась на 637,5 МВт.

## Новая электростанция на Самотлоре

Самотлорнефтегаз (добывающий актив Роснефти) запустил в работу новую электрическую подстанцию, чтобы обеспечить более надежное снабжение электроэнергией механизированного фонда скважин и объектов подготовки и перекачки нефти. Экономический эффект от ввода нового объекта составит порядка 425 млн руб. в год. Подстанция напряжением 110/35/6 кВ и мощностью 2×40 МВА оснащена современным силовым и коммутационным оборудованием российского производства, которое адаптировано для бесперебойной работы в климатических условиях Западной Сибири; автоматика управления и устройство релейной защиты обеспечивают удаленный контроль за оборудованием в режиме реального времени; электроника также позволяет провести онлайн-диагностику параметров работы силовых трансформаторов, в частности, химический анализ состояния трансформаторного масла; техническое обслуживание может осуществляться по состоянию, что позволяет продлить срок службы оборудования. Для питания подстанции построена двухцепная высоковольтная линия электропередачи протяженностью 16 км.

**ОПЕК сохранила прогноз роста мирового спроса на нефть в 2025 г. на 1,45 млн барр. в сутки, до 105,20 млн барр. в сутки. В 2026 г. ожидается рост мирового спроса на 1,43 млн барр. в сутки, до 106,63 млн барр. в сутки. Ожидается, что в 2025 г. спрос на нефть будут поддерживать авиоперевозки и высокая мобильность на дорогах, включая грузоперевозки. Также ожидается, что поддержка поступит от промышленного, строительного и сельскохозяйственного секторов в странах, не входящих в ОЭСР**

**Казатомпром и швейцарская Axpo Power AG совместно с Kernkraftwerk Leibstadt AG подписали контракт на поставку казахстанских природных урановых концентратов для атомных электростанций в Швейцарии. Казахский уран предназначен для АЭС Бецнау и Лейбштадт**

## Ядерная энергетика для развития ИИ

Правительство Франции анонсировало план по выделению 1 ГВт атомной энергии для создания высокотехнологичного кластера вычислительных мощностей, направленного на развитие искусственного интеллекта. Стоимость создания кластера составит несколько десятков млрд долл. Проект будет реализован компанией FluidStack, представители которой сообщили о намерении запустить в 2026 г. первую фазу кластера с потреблением энергии в 250 МВт на базе 120 тыс. чипов от Nvidia. Компания рассчитывает увеличить мощность кластера до 10 ГВт к 2030 г. Эксперты отмечают, что реализация планов может столкнуться с рисками нехватки финансирования или недостатка необходимых чипов, спрос на которые постоянно растет. Французские власти считают, что ядерная энергетика может стать конкурентным преимуществом

страны в глобальной борьбе за лидерство в сфере ИИ. Общая сумма инвестиций в развитие ИИ во Франции в ближайшие годы составит 109 млрд евро.

## Атомная энергетика в труднодоступных регионах

Национальный проект «Новые атомные и энергетические технологии» создаст необходимые комплексные технологические решения для повышения надежности энергоснабжения в изолированных и труднодоступных местах. Ключевым аспектом в развитии энергетических объектов является наличие доступного оборудования, в первую очередь российского производства. Удаленные территории имеют потенциал для развития атомной генерации. В частности, в Якутии планируется создание Кючусского промышленного кластера, для нужд которого Росатом собирается построить атомную станцию мощностью 110 МВт на основе реакторной установки РИТМ-2000. Также ведется сотрудничество с Курчатовским институтом по вопросам атомных термоэлектрических станций. В рамках проекта предусмотрены десять программ, включая «Технологии термоядерной энергетики», «Новое оборудование и технологии в электроэнергетике», а также «Новое оборудование и технологии в солнечной энергетике и ветрогенерации». ●

На **5,3%**

Газпром нефть увеличила добычу углеводородов в 2024 г., объем переработки вырос на **1,1%**



**8,4%**

составил рост ВВП России за 2023–2024 годы



До **25** млрд долл.

могут увеличить ежегодные объемы поставок энергоносителей Индия и США



На **27** тыс. барр./сутки

до **8,98** барр. в сутки, Россия снизила добычу нефти в январе



**2,7** млн м<sup>3</sup>

газа закупил Молдовагаз в Румынии для Приднестровья



На **17%**

Siemens Energy увеличила выручку в I финансовом квартале года



**130** тыс. т

аммиака отгрузил с момента запуска терминал Порт Фавор в Усть-Луге за 2 месяца



На **90%**

готов Порт Лавна в Мурманской области



СИБУР Холдинг выпустил облигации

на **350** млн долл.



На **9,4%**

до **360** тыс. тонн, танкеры ASCO увеличили грузоперевозки в январе 2025 года



На **130** тыс. барр./сутки

ОПЕК+ снизил нефтедобычу в январе



На **25%**

«Газпром нефть» снизила чистую прибыль в 2024 году



На **12,8%**

вырос грузооборот турецких портов в январе



На **3,9%**

Интер РАО увеличила выработку электроэнергии в 2024 г.



**240** тыс. тонн

сжиженного газа поставит Тенгизшевройл на внутренний рынок Казахстана



**2,1** млрд м<sup>3</sup>

российского газа поставлено с начала 2025 г. по второй нитке МГП Турецкий поток в Европу



На **950** тыс. барр. в сутки

до **102,7** млн барр./сутки, снизилось предложение нефти в мире в январе



На **33%**

выросла прибыль «Русснефти» по РСБУ в 2024 году





# УНИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА КВАЛИМЕТРИИ для оценки качества бурения и капитального ремонта скважин

В РАБОТЕ РАССМАТРИВАЮТСЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА И КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА СКВАЖИН (КРС). ПРИВОДЯТСЯ УНИФИЦИРОВАННЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ОТНОСИТЕЛЬНЫМИ И АБСОЛЮТНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КРИТЕРИЕВ БУРЕНИЯ И КРС. ФОРМУЛЫ, РАССМОТРЕННЫЕ В СТАТЬЕ, ВЫВЕДЕНЫ АВТОРОМ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОПЫТА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ БУРОВЫХ И СКВАЖИННЫХ РАБОТ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

THE PAPER PRESENTS THE THEORETICAL ISSUES OF DRILLING AND WORKOVER QUALITY ESTIMATION. THE PAPER ALSO CONTAINS UNIFIED MATHEMATICAL RELATIONSHIPS BETWEEN RELATIVE AND ABSOLUTE INDICATORS OF DRILLING AND WORKOVER CRITERIA. THE AUTHOR DERIVED THIS FORMULAS BASED ON THE GENERALIZATION OF QUALITY MANAGING EXPERIENCE FOR DRILLING AND WELL WORK OPERATIONS IN THE RUSSIAN OIL AND GAS INDUSTRY

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бурение, буровые работы, строительство скважин, качество бурения, управление качеством, квалиметрия, квалиметрия бурения.

**Ахмадуллин Эдуард Атласович**  
ведущий научный сотрудник  
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,  
к.т.н.

В настоящее время в российском топливно-энергетическом комплексе находят признание и применение подходы оценки эффективности и результативности строительства и капитального ремонта скважин (КРС) на основе научной дисциплины о количественном измерении качества – квалиметрии.

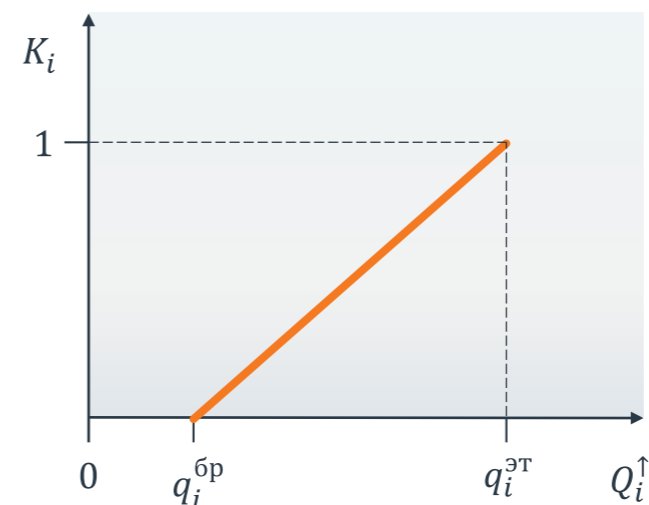
Данные подходы подразумевают перевод абсолютных показателей различных критериев бурения и КРС ( $Q_i$ ) в относительные безразмерные показатели ( $K_i$ ) посредством нормирования [1–3]:

$$K_i = \frac{Q_i - q_i^{бр}}{q_i^{эт} - q_i^{бр}}, \quad (I)$$

где:  $K_i$  – относительный показатель  $i$ -ого критерия бурения (ремонта) скважины в безразмерном виде;  $Q_i$  – абсолютный (фактический) показатель  $i$ -ого критерия в соответствующей шкале измерения,  $q_i^{эт}$  – эталонное значение показателя  $i$ -ого критерия, взятое из проектной документации на строительство (ремонт)

УДК 622.24(084.3)

РИСУНОК 1. График функции  $K_i = f(Q_i^{\uparrow})$



скважины или отраслевых нормативных документов,  $q_i^{бр}$  – браковочное значение показателя  $i$ -ого критерия, которое определяется как ближайшее к допустимому значению  $q_i^{доп}$  (наихудшему, но все же допустимому) и вместе с тем худшее, чем допустимое. Для абсолютных показателей, у которых  $q_i^{эт} < q_i^{доп}$ , браковочное значение  $q_i^{бр}$  должно быть выше допустимого  $q_i^{доп}$  (например,  $q_i^{бр} = q_i^{доп} + 1$ ), а для абсолютных показателей, у которых  $q_i^{доп} < q_i^{эт}$ , браковочное значение  $q_i^{бр}$  должно быть меньше допустимого  $q_i^{доп}$  (например,  $q_i^{бр} = q_i^{доп} - 1$ ).

Отметим, что для буровых работ обычно используются 11 критериев оценки: попадание в круг допуска, траектория ствола скважины, проходка, промывка скважины, герметичность обсадных колонн, сцепление цементного камня с породой, сцепление цементного камня с колонной, высота подъема цемента, освоение, организация работ и охрана окружающей среды; а для КРС – три критерия: технология работ, организация работ и охрана окружающей среды. Информация о критериях бурения и КРС, а также способах определения их абсолютных показателей подробно рассмотрены в работах [4–7]. В настоящей статье эти вопросы не затрагиваются с целью приоритетного рассмотрения теории количественной оценки качества.

РИСУНОК 3. График функции  $K_i = f(Q_i^{\uparrow})$

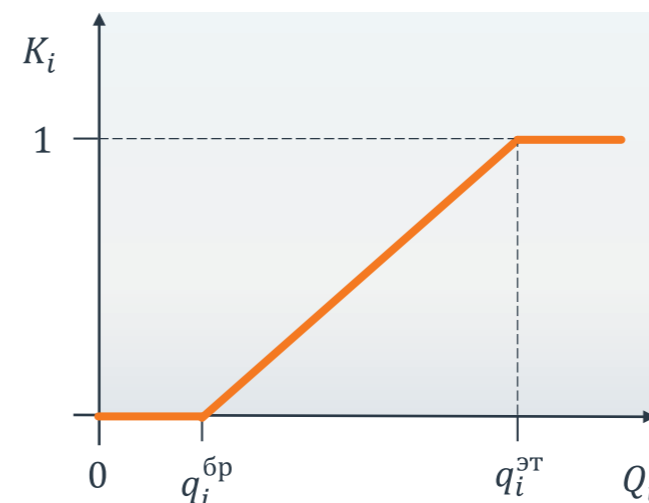
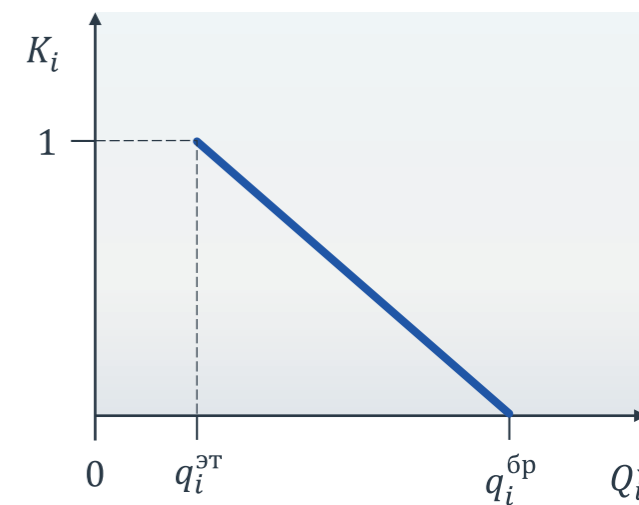


РИСУНОК 2. График функции  $K_i = f(Q_i^{\downarrow})$



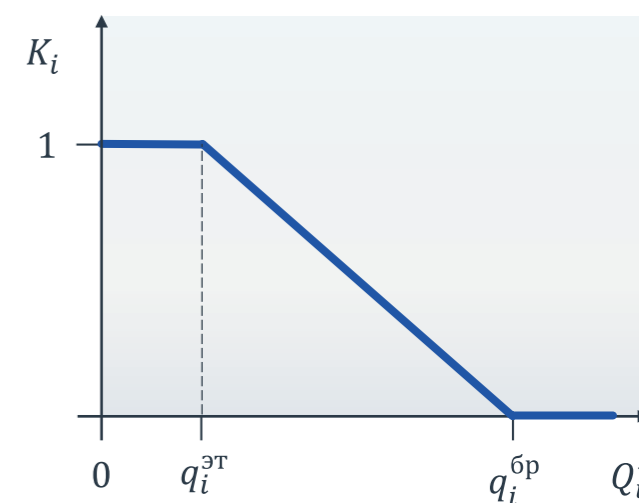
Учитывая, что абсолютные показатели ( $Q_i$ ) могут быть двух видов – возрастающими (у которых  $q_i^{бр} < q_i^{эт}$ ) и убывающими (у которых  $q_i^{эт} < q_i^{бр}$ ), график функциональной зависимости  $K_i$  от  $Q_i$  различен для возрастающих ( $Q_i^{\uparrow}$ ) и убывающих ( $Q_i^{\downarrow}$ ) абсолютных показателей (см. рис. 1 и 2 соответственно).

Обратим внимание, что графики на рис. 1 и 2 заданы только на интервале от браковочного значения до эталонного. Для большинства случаев оценки качества буровых и ремонтных работ этого вполне достаточно. Тем не менее бывают случаи, когда фактическое значение абсолютного показателя ( $Q_i$ ) может быть лучше эталонного значения ( $q_i^{эт}$ ) или хуже браковочного ( $q_i^{бр}$ ). В этом случае руководствуются следующим:

- Если фактическое значение абсолютного показателя лучше эталонного, то его относительный показатель равен единице (формула (I) не используется);
- Если фактическое значение абсолютного показателя хуже браковочного, то его относительный показатель равен нулю (формула (I) не используется).

С учетом этого формула (I) записывается математически для возрастающих показателей:

РИСУНОК 4. График функции  $K_i = f(Q_i^{\downarrow})$



$$K_i = \begin{cases} 0, & Q_i^\dagger < q_i^{6p} \\ \frac{Q_i^\dagger - q_i^{6p}}{q_i^{3T} - q_i^{6p}}, & q_i^{6p} \leq Q_i^\dagger \leq q_i^{3T}; \\ 1, & Q_i^\dagger > q_i^{3T} \end{cases} \quad (II)$$

для убывающих показателей:

$$K_i = \begin{cases} 1, & Q_i^\dagger < q_i^{3T} \\ \frac{Q_i^\dagger - q_i^{6p}}{q_i^{3T} - q_i^{6p}}, & q_i^{3T} \leq Q_i^\dagger \leq q_i^{6p}; \\ 0, & Q_i^\dagger > q_i^{6p} \end{cases} \quad (III)$$

Формулы (II) и (III) гарантированно нормируют относительный показатель, даже в тех случаях, когда фактические абсолютные показатели лучше эталонных и хуже браковочных значений. Функциональная зависимость, выраженная формулой (II), показана на рис. 3, а выраженная формулой (III) – на рис. 4.

Из формул (II) и (III) видно, что они описывают кусочно-заданную функцию при помощи различных линейных уравнений на трех интервалах области ее определения (см. рис. 3 и 4).

Используя математический аппарат, формулы вычисления относительных показателей критериев (II) и (III) можно унифицировать. Перечислим основные причины, в силу которых целесообразна такая модификация.

Во-первых, обратим внимание на то, что возрастающие абсолютные показатели переводятся в относительные по одной формуле (II), а убывающие – по другой (III). Используя функцию знака числа (сигнум-функцию), можно объединить эти формулы в одну универсальную.

Во-вторых, при помощи модуля формулу (II) для возрастающих абсолютных показателей можно записать в виде одной аналитической формулы, которая будет справедлива для всех интервалов области определения кусочно-заданной функции. Аналогичным образом формулу (III) для убывающих абсолютных показателей можно записать в виде другой аналитической формулы.

В-третьих, аналитические формулы для возрастающих и убывающих абсолютных показателей (см. выше) можно объединить в универсальную аналитическую формулу, используя специальные математические функции, такие как функцию знака числа (сигнум-функцию), функцию Хевисайда или нотацию Айверсона (скобку Айверсона).

### Универсальная формула

Формулы (II) и (III) можно объединить в одну универсальную формулу при помощи функции знака числа  $\text{sgn}(x)$ :

$$K_i = \begin{cases} 0, & \text{sgn}(x)(Q_i - q_i^{6p}) < 0 \\ \frac{Q_i - q_i^{6p}}{q_i^{3T} - q_i^{6p}}, & \begin{cases} \text{sgn}(x)(Q_i - q_i^{6p}) \geq 0, \\ \text{sgn}(x)(Q_i - q_i^{3T}) \leq 0 \end{cases} \\ 1, & \text{sgn}(x)(Q_i - q_i^{3T}) > 0 \end{cases} \quad (IV)$$

где – функция знака числа:

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1, & x > 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}, \quad x = q_i^{3T} - q_i^{6p}.$$

Функция знака числа  $\text{sgn}(x)$ , кроме указанных значений, может равняться нулю при  $x = 0$ , но так как  $q_i^{3T} \neq q_i^{6p}$ , нулевое значение функции  $\text{sgn}(x)$  в формуле (IV) не рассматривается. Отметим, что формула (IV) может использоваться при прикладных вычислениях, в том числе при создании программных продуктов для автоматизированного расчета относительных показателей критериев строительства и ремонта скважин. С этой целью приведем ее запись в нотации, введенной Кеннетом Айверсоном для языка программирования APL. Данная нотация является удобным математическим обозначением, позволяющим лаконично записать функцию знака числа  $\text{sgn}(x)$ , функцию Хевисайда и другие аналогичные.

Скобка Айверсона – функция, возвращающая значение «1» для истинного аргумента  $[P]$  и значение «0» для ложного аргумента  $[P]$ :

$$[P] = \begin{cases} 1, & P \text{ – истинно} \\ 0, & P \text{ – ложно} \end{cases}$$

Учитывая, что функция знака числа  $\text{sgn}(x)$  в нотации Айверсона выглядит как:

$$\text{sgn}(x) = [x > 0] - [x < 0],$$

формула (IV) со скобкой Айверсона принимает вид, не требующий указания отдельного подстрочного выражения для функции знака числа:

$$K_i = \begin{cases} 0, & ([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0](Q_i - q_i^{6p}) < 0 \\ \frac{Q_i - q_i^{6p}}{q_i^{3T} - q_i^{6p}}, & \{([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0](Q_i - q_i^{6p}) \geq 0 \\ & \{([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0](Q_i - q_i^{3T}) \leq 0 \\ 1, & ([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0](Q_i - q_i^{3T}) > 0 \end{cases}$$

### Аналитические формулы

Кроме того, формулы (II) и (III) можно выразить аналитически при помощи разности модулей для возрастающих показателей:

$$K_i = \frac{|Q_i^\dagger - q_i^{6p}| - |Q_i^\dagger - q_i^{3T}|}{2(q_i^{3T} - q_i^{6p})} + \frac{1}{2}; \quad (V)$$

для убывающих показателей:

$$K_i = \frac{|Q_i^\dagger - q_i^{6p}| - |Q_i^\dagger - q_i^{3T}|}{2(q_i^{6p} - q_i^{3T})} + \frac{1}{2}; \quad (VI)$$

График функциональной зависимости  $K_i = f(Q_i^\dagger)$ , заданный формулой (V), имеет вид, показанный на рис. 3, а график, заданный формулой (VI), – вид, показанный на рис. 4.

При помощи функции знака числа  $\text{sgn}(x)$  формулы (V) и (VI) можно объединить в одну универсальную формулу для возрастающих и убывающих показателей:

$$K_i = \frac{|Q_i - q_i^{6p}| - |Q_i - q_i^{3T}|}{2 \text{sgn}(x)(q_i^{3T} - q_i^{6p})} + \frac{1}{2}, \quad (VII)$$

где

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1, & x > 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}, \quad x = q_i^{3T} - q_i^{6p}.$$

Функция знака числа  $\text{sgn}(x)$  в формуле (VII) принимает положительное значение (+1) для возрастающих показателей  $Q_i^\dagger$  и отрицательное (-1) для убывающих

показателей  $Q_i^\dagger$ . В нотации Айверсона формула (VII) без подстрочного выражения для функции знака числа записывается как:

$$K_i = \frac{|Q_i - q_i^{6p}| - |Q_i - q_i^{3T}|}{2([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0](q_i^{3T} - q_i^{6p})} + \frac{1}{2}.$$

### Универсальная аналитическая формула

Отметим, что внешний вид формулы (VII) весьма далек от первоначальной формулы (I). Вместе с тем формулу (I) можно модифицировать так, чтобы она сохранила свой узнаваемый в квалиметрии вид и в то же время давала такие же результаты, что и формула (VII). Для этого в нее необходимо ввести две дополнительные функции Хевисайда (одну как множитель –  $A_\alpha$ , другую как показатель степени –  $B_\beta$ ), а также функцию знака числа:

$$K_i = \left( A_\alpha \frac{Q_i - q_i^{6p}}{q_i^{3T} - q_i^{6p}} \right)^{B_\beta}, \quad (VIII)$$

где  $A_\alpha$  – функция Хевисайда:

$$A_\alpha = \begin{cases} 0, & \alpha < 0 \\ 1, & \alpha \geq 0 \end{cases}, \quad \alpha = \text{sgn}(x) \cdot (Q_i - q_i^{6p});$$

$B_\beta$  – функция Хевисайда:

$$B_\beta = \begin{cases} 0, & \beta < 0 \\ 1, & \beta \geq 0 \end{cases}, \quad \beta = \text{sgn}(x) \cdot (q_i^{3T} - Q_i);$$

$\text{sgn}(x)$  – функция знака числа:

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1, & x > 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}, \quad x = q_i^{3T} - q_i^{6p}.$$

Первая функция Хевисайда  $A_\alpha$  отвечает за обнуление  $K_i$ , когда  $Q_i$  принимает значения хуже  $q_i^{6p}$ . Вторая функция Хевисайда  $B_\beta$  обращает  $K_i$  в единицу, когда  $Q_i$  принимает значения лучше  $q_i^{3T}$ . Функция знака числа  $\text{sgn}(x)$ , участвующая в обеих функциях Хевисайда  $A_\alpha$  и  $B_\beta$ , осуществляет «зеркальное отображение» графика в зависимости от того, с какими показателями приходится сталкиваться при вычислениях – с возрастающими или убывающими.

Учитывая, что функция Хевисайда со скобкой Айверсона выглядит как

$$\theta(x) = [x \geq 0],$$

формула (VIII) в нотации Айверсона принимает вид, не требующий указания подстрочных выражений для функций знака числа и Хевисайда:

$$K_i = \left( \frac{[([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0]](Q_i - q_i^{6p}) \geq 0}{[([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0]](q_i^{3T} - Q_i) \geq 0} \right)^{[([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0]](q_i^{3T} - Q_i) \geq 0}.$$

### Заключение

1. Выведенные автором математические формулы применимы для оценки качества строительства и капитального ремонта эксплуатационных нефтегазодобывающих и нагнетательных скважин.

Формулы (IV) – (VIII) позволяют получить относительные показатели  $K_i$  в безразмерном виде, изменяющиеся в диапазоне от нуля (наихудшее качество) до единицы (наилучшее качество), для их последующей математической свертки (агрегации) в итоговый комплексный показатель качества.

- Математические формулы (IV) – (VIII) позволяют обеспечить корректность вычислений относительных показателей критериев качества даже в тех случаях, когда  $Q_i$  принимает значения хуже браковочных  $q_i^{6p}$  или лучше эталонных  $q_i^{3T}$ .
- Универсальные формулы (IV), (VII) и (VIII) позволяют вычислять относительные показатели ( $K_i$ ) без необходимости детерминировать, каким именно является абсолютный показатель ( $Q_i$ ): возрастающим ( $Q_i^\dagger$ ) или убывающим ( $Q_i^\ddagger$ ).
- Указанные формулы могут использоваться при создании программных продуктов для автоматизированного расчета относительных показателей критериев строительства и ремонта скважин. С этой целью формулы приведены не только в алгебраической записи, но и в нотации Айверсона.
- Автоматизированная программа расчета комплексного показателя качества, разработанная на основе рассмотренного в статье унифицированного математического аппарата квалиметрии, доступна для ознакомления в сети интернет по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/yZ2G4tWmXhEHeQ>.
- Выведенные автором универсальные формулы (IV) – (VIII) могут использоваться для оценки качества не только в ТЭК, но и в тех отраслях промышленности, где абсолютные значения  $Q_i$  бывают хуже браковочных  $q_i^{6p}$  или лучше эталонных  $q_i^{3T}$ .

### Литература

- Азгальдов Г.Г., Костин А.В., Садовое В.В. Квалиметрия для всех: Учеб. пособие. – М.: ИД «ИнформЗнание», 2012. – 165 с.: ил. – ISBN 978-5-906036-03-2.
- Мнацаканов В.А., Ахмадуллин Э.А. Выбор оптимального метода оценки качества строительства скважин // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2023. – № 10. – С. 34–38. – ISSN 2410-3837. URL: <https://magazine.neftgaz.ru/articles/nefteservis/798459-vybor-optimalnogo-metoda-otsenki-kachestva-stroitelstva-skvazhin>.
- Ахмадуллин Э.А. Управление бурением и КРС на основе качества // Науч.-тех. журн. Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – 2022. – № 3. – С. 36–40. – ISSN 2073-9877.
- Ахмадуллин Э.А. Как измерить качество бурения и КРС? [монография] – Москва, 2022. – 234 с.: ил., табл. – ISBN 978-5-600-03289-7. URL: <http://www.elibrary.ru/item.asp?id=54295269>.
- Ахмадуллин Э.А. К вопросу количественного измерения качества бурения // Производственно-технический журнал. Инженерная практика. – 2021. – № 11–12. – С. 72–75.
- Ахмадуллин Э.А. Квалиметрия буровых работ // Науч.-тех. журн. Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – 2023. – № 1. – С. 23–26. – ISSN 2073-9877.
- Ахмадуллин Э.А. Квалиметрия работ по КРС // Науч.-тех. журн. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 5. – С. 60–63. – ISSN 0130-3872.

KEYWORDS: *drilling, well works, drilling operations, drilling quality, quality management, qualimetry, drilling qualimetry.*

# БУРОВОЙ РЕАГЕНТ «ASDAPAC»

Продукция «ASDAPAC» является повсеместно используемым материалом в качестве добавки к буровым растворам, также применяется в различных технологических жидкостях.

Полианионная целлюлоза «ASDAPAC» эффективна в качестве понизителя фильтрации и стабилизатора всех типов буровых растворов на водной основе и эффективна в пресных и соленых буровых растворах.

## ПРЕИМУЩЕСТВА НАШЕЙ ПРОДУКЦИИ



Контроль  
фильтрации всех  
типов буровых  
растворов



Высокая  
термостойкость  
(до 120 °C)



Контроль  
реологических  
параметров  
буровых  
растворов



Эффективна  
в растворах  
с различной  
минерализацией



Эффективна  
при высоких  
показателях pH  
(до 11,5)

Буровые реагенты «ASDA»  
выбирают такие компании как:



Не секрет, что лучший хлопок выращивается в странах с жарким климатом, таких как **Египет, Индия, Пакистан, США и Узбекистан.**

Именно узбекский хлопок является уникальным, благодаря географическому расположению, которое обеспечивает прямое попадание солнечных лучей.

Мы отбираем **лучшие сорта хлопка** для изготовления нашей продукции «ASDA».



Лаборатории «PROMXIM IMPEX» аккредитованы под международный стандарт, и вся продукция соответствует стандартам **API (American Petroleum Institute)** и **ISO 13500:2008.**



Наша компания «PROMXIM IMPEX» является официальным членом Европейской нефтехимической ассоциации (EPCA).



+ (99899) 111 91 22



linkedin.com/company/asdacell



info@asda.uz



Республика Узбекистан, Ташкентская область, Зангиатинский район, ул. Намунали уйлар, 116



Подробная информация по QR-коду или на сайте [www.asda.uz](http://www.asda.uz)

# ПРИХВАТ ТРУБЫ И ТРУДНОСТИ ЕГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ: проблема и решение

**Сафаров Мехриддин Хасан угли**  
аспирант

**Ал-обаиди Софян Самеер**  
аспирант

**Минаев Константин Мадестович**  
доцент, к.х.н.

ОНД, Инженерная школа природных  
ресурсов ТПУ



ПРОБЛЕМА ПРИХВАТА ТРУБЫ ПРИ БУРЕНИИ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В ТОМ, ЧТО БУРИЛЬНЫЕ ТРУБЫ В СКВАЖИНАХ МОГУТ БЫТЬ ЗАБЛОКИРОВАНЫ ПО РАЗЛИЧНЫМ ПРИЧИНАМ, ТАКИМ КАК МЕХАНИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА, ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И НЕДОСТАТОЧНОЕ КОЛИЧЕСТВО БУРОВЫХ РАСТВОРОВ, ЧТО ПРИВОДИТ К ОГРАНИЧЕНИЮ ПОДВИЖНОСТИ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ. ИНЦИДЕНТЫ МОГУТ ЗНАЧИТЕЛЬНО СНИЗИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА БУРЕНИЯ И ПРИВЕСТИ К БОЛЬШИМ ЗАТРАТАМ И ЗАДЕРЖКАМ. СЛОЖНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИХВАТА ТРУБЫ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В ТОМ, ЧТО ПРИЗНАКИ ИХ ПОЯВЛЕНИЯ ЧАСТО ТРУДНО РАСПОЗНАТЬ И МОЖНО ИНТЕРПРЕТИРОВАТЬ ПО-РАЗНОМУ В РАЗНЫХ СИТУАЦИЯХ И УСЛОВИЯХ. ЧТОБЫ СДЕЛАТЬ ТОЧНЫЙ ПРОГНОЗ, НЕОБХОДИМО ПРИНИМАТЬ ВО ВНИМАНИЕ ТАКИЕ ФАКТОРЫ, КАК РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУРОВОГО РАСТВОРА ИЛИ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧАСТО ОСНОВАНЫ ТОЛЬКО НА НЕСКОЛЬКИХ ПАРАМЕТРАХ – КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ И ГЛУБИНА БУРЕНИЯ, ЧТО МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ОШИБОЧНЫМ ПРОГНОЗАМ. ТАКИМ ОБРАЗОМ, ВСЕОБЪЕМЛЮЩЕГО, БЕЗОШИБОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРУДНО ДОСТИЧЬ БЕЗ УЧЕТА ВСЕХ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

*THE PROBLEM OF PIPE STICKING DURING DRILLING IS THAT DRILL PIPES IN WELLS CAN BE BLOCKED BY VARIOUS FACTORS, SUCH AS MECHANICAL STRESS, GEOLOGICAL CONDITIONS AND INSUFFICIENT AMOUNT OF DRILLING FLUIDS, WHICH LEADS TO LIMITED MOBILITY OF THE DRILL STRING. INCIDENTS CAN REDUCE THE EFFICIENCY OF THE DRILLING PROCESS AND LEAD TO HIGH COSTS AND DELAYS. THE DIFFICULTY OF PREDICTING PIPE SNAGS IN THE FACT THAT THE SIGNS OF THEIR OCCURRENCE ARE OFTEN DIFFICULT TO RECOGNIZE, AND THEY CAN BE INTERPRETED DIFFERENTLY IN DIFFERENT SITUATIONS AND CONDITIONS. MANY RELEVANT INFLUENCING FACTORS, SUCH AS THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF THE DRILLING FLUID OR GEOLOGICAL COMPLICATIONS, MUST BE TAKEN INTO ACCOUNT IN ORDER TO MAKE AN ACCURATE FORECAST. MODERN FORECASTING METHODS ARE OFTEN BASED ON A FEW PARAMETERS, SUCH AS TORQUE AND DRILLING DEPTH, WHICH CAN LEAD TO ERRONEOUS FORECASTS. THEREFORE, COMPREHENSIVE ERROR-FREE FORECASTING IS DIFFICULT TO ACHIEVE WITHOUT TAKING INTO ACCOUNT ALL RELEVANT INFLUENCING FACTORS AND THEIR INTERACTION*

Ключевые слова: *прихват трубы, бурение, прогнозирование, методы, трубы, колонна.*

Термин «прихват трубы» означает ситуацию, когда происходит остановка скважины из-за технических или геологических трудностей, таких как невозможность поднять буровую колонну или поддерживать циркуляцию бурового раствора. В худшем случае это может привести к потере всего колодца. Геологическая природа породы, такая как ее состав и конкретный интервал, в течение которого происходит закупорка, имеют решающее значение для риска прихвата трубы. Кроме того, также подчеркивается роль бурового раствора, который должен быть адаптирован к геологическим условиям в его разработке и выборе, чтобы избежать проблем [3].

Другим техническим аспектом является температура в месте контакта долота при резке породы, где возникают высокие температуры, которые могут вызвать дополнительную нагрузку на буровой раствор и повлиять на его качество [5].

Таким образом, указывается на сложные взаимодействия между геологическими, инженерными и химическими факторами, которые необходимо учитывать при бурении скважин, чтобы избежать таких проблем, как прихват трубы, или своевременно устранить их. Существуют сложные причины и обстоятельства, которые могут привести к так называемому «заеданию» при бурении, и особенно подчеркивается человеческий фактор, а также различные технические и геологические аспекты [9]. Попадание может быть вызвано недостатком или избытком смазочных материалов, особенно при резких углах сверления, выбор смазочных материалов и обращение с ними играют решающую роль в предотвращении таких проблем. Следует отметить, что перед приемкой операции по спуску, как правило, вызывают задержки, которые увеличивают крутящий момент на роторе, что

## ФАКТЫ Прихват трубы

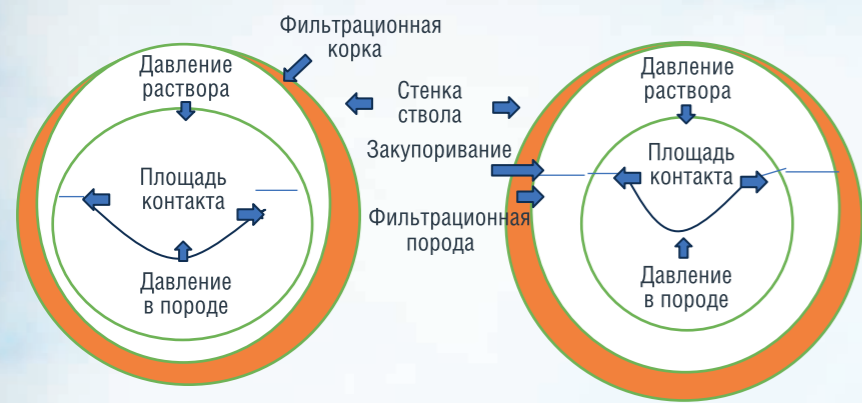
– это ситуация, при которой останавливают скважину из-за технических или геологических факторов вызвавших невозможность поднятия буровой колонны или поддержания циркуляции бурового раствора

может быть вызвано различными факторами, такими как обрушение породы или попадание инструмента в большие полости, возникающие в результате бурения в нестабильной породе без надлежащей техники спуска [18].

Следует подчеркнуть, что к каждому приему следует относиться индивидуально, поскольку его причины и последствия различаются в каждом конкретном случае. Для устранения засорения используются различные инструменты и химические реагенты, химические жидкости необходимо перекачивать в расчетный интервал, чтобы устранить засорение. В частности, при бурении глубоких скважин необходимо учитывать множество факторов, таких как вес крючка, длина и состав буровой колонны, а также конкретные параметры раствора, в котором произошел прием. Кроме того, рассматриваются потенциальные геологические осложнения в изучаемом интервале, которые также необходимо учитывать при поиске решения [17].

Перечислим различные типы прихвата трубы, каждый из которых представляет разные причины или подходы к решению проблемы включения:

РИСУНОК 1. Радиальный прихват колонны



Источник: составлено автором на основе данных [3]

дифференциальные, радиальные, механические и геологические прихваты, причем каждая из категорий сопряжена с различными техническими проблемами и подходами к решению проблем [1].

На сегодняшний день описываются причины появления «столбов и труб» при бурении скважин и объясняется, что почти 30% запусков в глубокие скважины устраняются путем бурения нового ствола. Причины возникновения засоров или трудностей при бурении включают несколько факторов, в том числе длительное нахождение буровой колонны в скважине без вращения, что может привести к прилипанию буровой колонны к стенкам скважины. В качестве возможных причин возникновения завалов называются также слишком низкая скорость подъема в забое, потеря веса раствора, а также кривизна ствола скважины и перепад давления. Кроме того, заклинивание в желобах и другие физические факторы могут привести к данным проблемам [10].

Вдобавок ко всему затычками называются сальниковые уплотнения, возникающие при подъеме буровых труб, когда буровая колонна отрывается от стенок скважины, что может привести к засорению. Тип закупорки особенно характерен для глинистых пород и в промежутках, когда толстая глинистая кора встречается с проницаемыми породами [3].

Таким образом, разъясняется множество факторов, которые могут вызвать проблемы при бурении, и подчеркивается сложность различных причин и последствий засоров.

Отмечаются различные факторы воздействия и технические проблемы, которые могут возникнуть при бурении скважин, а также подробно анализируются причины и последствия засоров и нарушений в процессе бурения.

Существует множество возможных нарушений и завалов, которые могут возникнуть во время бурения скважин, и указывается, как технические и геологические факторы взаимодействуют друг с другом, влияя на процесс бурения.

Другим распространенным методом уменьшения липкости корки и решения проблем, связанных с затягиванием буровых труб, является добавление графита серебра в буровой раствор.

### ФАКТЫ

30%

проблем при запуске глубоких скважин устраняются путем бурения нового ствола

Рекомендуемое количество составляет от 0,8 до 1,5% от отношения веса к объему [11].

Графит серебра действует как смазка и помогает уменьшить статическое трение между буровой колонной и стенками скважины, что значительно снижает вероятность образования завалов [15].

В заключение делается упор на химическую оптимизацию бурового раствора для повышения как эффективности, так и безопасности процесса бурения. Особо подчеркивается важность правильного выбора добавок и их дозировки для минимизации негативных побочных эффектов, таких как повышенная вязкость. Далее на рисунке 1 отобразим один из прихватов – радиальный.

На сегодняшний день существуют различные методы прогнозирования приема буровых труб, основанные преимущественно на мониторинге и анализе веса технологического инструмента (нагрузки на крюк) и глубины долота с последующим сравнением значений с показателями, прогнозируемыми моделями адаптивной и линейной регрессии. Если фактический вес технологического инструмента превышает прогнозируемые номинальные значения для данной глубины долота, выдается предупреждение, указывающее на высокую вероятность опасности зацепления или засорения. Данный метод обеспечивает относительно простой способ мониторинга процесса бурения путем раннего выявления потенциальных проблем, но он также имеет существенные ограничения, поскольку основан исключительно на параметрах веса и глубины инструмента без учета других критических факторов [6].

Существенным недостатком метода прогнозирования проблем бурения является то, что он не включает в прогноз такие важные параметры, как реологические и технологические свойства бурового раствора, которые существенно влияют на процесс образования завалов или событий прихвата трубы.

Для обеспечения точного и правильного прогнозирования необходимо установить пороговое значение веса технологического инструмента после определенного расстояния установки инструмента, например после 100 метров, на основе анализа среднего веса

инструмента. Однако шаг требует ручного участия квалифицированного персонала и не может выполняться автоматически [7].

Кроме того, существует еще один известный метод прогнозирования расхода буровой трубы, в котором используется прототип, включающий выбор значений для режимов бурения. Значения служат косвенными показателями технического состояния буровых столбов. После выбора соответствующих значений выполняется расчет шага параметров, который затем сравнивается с эталонными значениями. Если текущие значения параметров превышают установленные пределы контрольных значений, также генерируется сообщение, предупреждающее о потенциальном риске заражения. Данный метод используется не только для контроля спуска и подъема буровой трубы, но и для проходки, промывки и бурения, что означает, что он позволяет осуществлять непрерывный мониторинг всего процесса бурения [13].

В целом отмечается сложность и различные подходы к прогнозированию и предотвращению прихвата буровых труб, подчеркивая как преимущества, так и недостатки различных методов мониторинга и анализа процесса бурения. Описанные процедуры могут выявить возможные проблемы на ранней стадии, но требуют точной калибровки и интеграции всех соответствующих технических и реологических параметров для обеспечения правильного и надежного прогнозирования. Подробный анализ и дальнейшая разработка прогнозной модели необходимы для обнаружения и предотвращения неполадок в процессе бурения, а также освещения существующих проблем и ограничений различных методов.

Существенным недостатком используемых в настоящее время методов прогнозирования является то, что результаты часто неточны, поскольку модель имеет высокую чувствительность к данным о шуме, что может привести к прогнозированию поглощения в течение периода времени, в течение которого оно уже произошло [14].

Учитывая ограничения, техническая задача изобретения сформулирована для разработки модели искусственной нейронной сети, которая может в режиме реального времени прогнозировать включение колонны буровых труб в процессе бурения, обеспечивая таким образом раннюю идентификацию рисков и повышенную оперативность реагирования. Целью технического результата является значительное повышение надежности прогнозов и диагностики состояния колонны буровых труб с точки зрения риска прихвата, что должно быть достигнуто с помощью улучшенной модели.

Процедура прогнозирования поглощения буровой трубы описывается следующим образом: сначала создается набор данных о поглощении, полученных из уже пробуренных скважин. Затем набор данных помечается, сегментируется и сортируется по соответствующим характеристикам. Далее выполняется нормализация значений набора данных

### ФАКТЫ

От 0,8 до 1,5%

составляет отношение веса к объему при добавлении в буровой раствор графита серебра

с последующим разбиением набора данных на мелкие мини-наборы данных. На основе искусственной нейронной сети разрабатывается модель прогнозирования, которая улучшается за счет обучения с помощью мини-наборов. Модель проверяется как с помощью обучающих, так и тестовых данных, а ее качество оценивается с использованием полного набора данных перекрестной проверки, чтобы гарантировать, что она может давать надежные прогнозы [7].

Основная причина возникновения заносов буровых труб и других нарушений в процессе бурения объясняется геологическими осложнениями скважин, а также несоответствием между свойствами и составом бурового раствора и используемым режимом промывки [2]. Следует отметить, что упругое удлинение играет важную роль в определении точки, в которой буровая колонна больше не может свободно перемещаться. В контексте конкретного инцидента описывается скважина, которая достигла глубины 1699 метров и в которой произошла потеря подвижности ствола после переворачивания ведущей буровой трубы и подрыва шпонок [13].

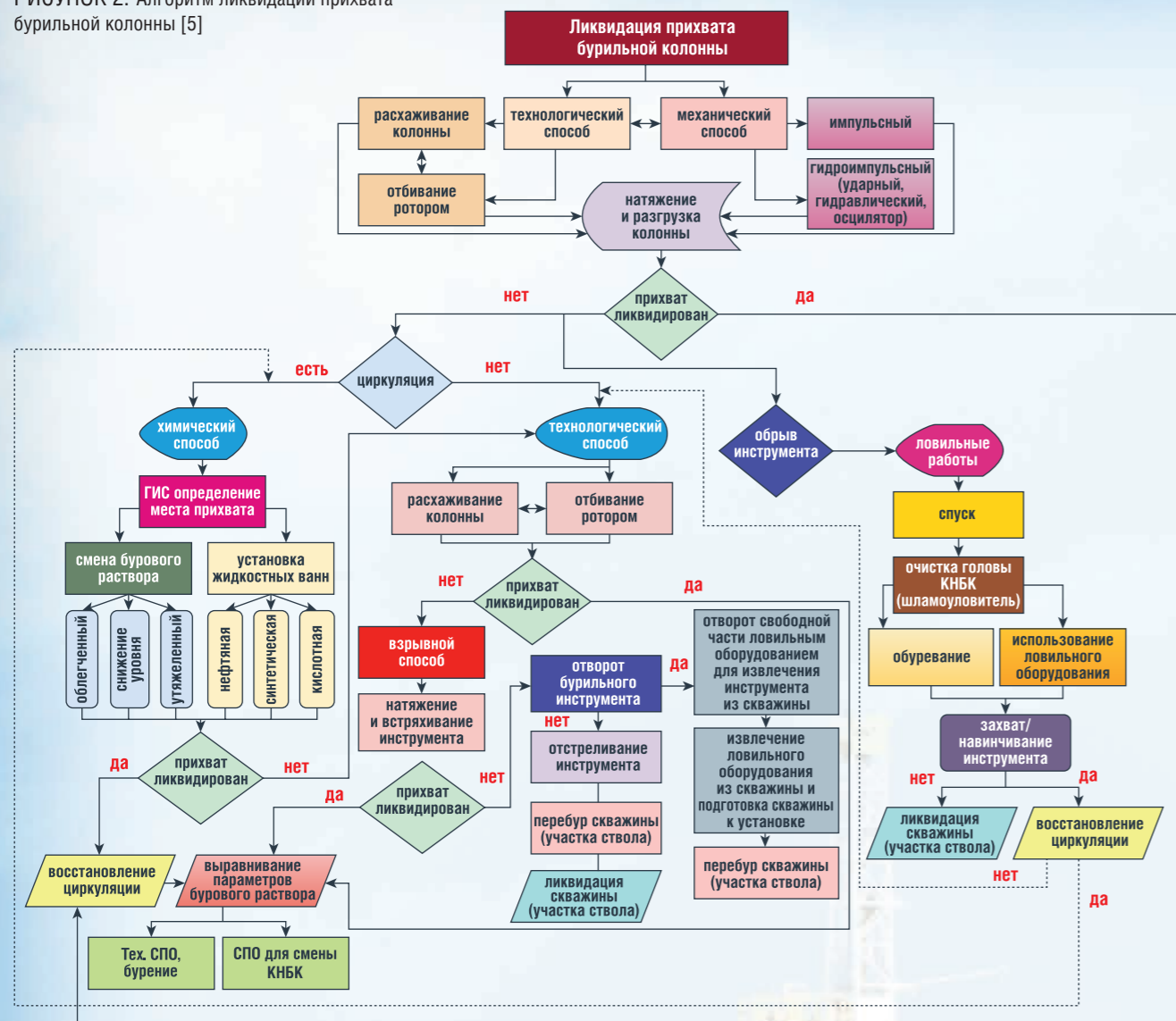
Геологические факторы, часто непредсказуемые или переменные, а также недостаточная адаптация бурового раствора к конкретным геологическим условиям могут увеличить риск выхода буровых труб, что делает необходимость в точных методах прогнозирования еще очевидней [8].

В заключение отметим, что показано, как точное и надежное прогнозирующее моделирование с помощью искусственных нейронных сетей может помочь улучшить технологию бурения и избежать таких проблем прихвата буровых труб. Благодаря точному учету геологических и технологических параметров модель может значительно улучшить стандарты безопасности и эффективности процесса бурения.

Стоит заметить, что техническое исследование, при котором верхняя граница прихвата трубы, то есть точка, в которой буровая колонна ограничена в диапазоне движения механической нагрузкой, определяется путем расчета свободной части колонны с учетом ее упругого удлинения из-за



РИСУНОК 2. Алгоритм ликвидации прихвата бурильной колонны [5]



растягивающей нагрузки, причем растягивающая нагрузка превышает собственный вес колонны. Инцидент иллюстрирует практический пример, когда критическое ограничение подвижности произошло из-за сочетания механических нагрузок и, возможно, недостаточной свободы перемещения бурильной колонны в скважине. Упоминание «восстановление скважины» и «спуск скважины» указывает на технически сложный этап бурения, который может осложниться непредвиденными механическими проблемами, такими как блокировка или зависание буровой колонны. Алгоритм учитывает ряд методов и технических подходов для контроля и предотвращения прихвата трубы в процессе бурения, особое внимание уделяется предотвращению и эффективному управлению такими инцидентами.

Контроль крутящего момента и скорости вращения, включая создание схемы соединения, представлен в качестве основного метода обеспечения высококачественного соединения с использованием современных технологий, таких как датчики, играющие центральную роль [20].

**ФАКТЫ**  
**Точное прогнозирование**  
обеспечивается путем установки порогового значения веса технологического инструмента после определенного расстояния установки инструмента

Датчики измеряют и регистрируют важные параметры: крутящий момент, выбранная передача, а также количество и скорость ввинчивания, передают собранные данные по радио в модуль управления, отвечающий за оценку и управление. Технологическая поддержка обеспечивает точный мониторинг процесса сверления, что помогает своевременно обнаруживать и предотвращать образование заусенцев.

Однако на эффективность мер по устранению прихвата трубы в значительной степени влияет тип и признаки появления прихвата. Существует ряд методов, которые не требуют наличия буровой бригады и дополнительных материалов или оборудования, обеспечивающих быстрое и ресурсосберегающее решение.

Если этого недостаточно, второй этап включает освобождение колонны, не выпуская ее за верхнюю границу прихвата трубы, и в дальнейшем используются трудоемкие процедуры, такие как отделение колонны с интервалом прихвата трубы с помощью ударных механизмов или удаление пыли с прихваченной колонны, а также удаление ее по частям.

Дополнительные процедуры также включают установку цементного моста для обеспечения устойчивости скважины и устранения заедания бурильной трубы. Решающим моментом в профилактике прихвата является раннее обнаружение начала определенного вида прихвата трубы, которого можно избежать, своевременно приняв меры [13].

Различные методы предотвращения прихвата трубы обеспечивают безопасность без больших затрат труда или материалов, однако трудно обнаружить ранние признаки появления прихвата трубы, поскольку они могут различаться в разных ситуациях, условиях и операциях и часто требуют детальной интерпретации. Однако правильная интерпретация признаков возможна только при учете множества влияющих факторов, что часто не может быть полностью гарантировано в существующих условиях.

Сегодня особое внимание уделяется разработке методов прогнозирования и диагностики прихвата трубы, которые позволяют систематически учитывать соответствующие влияющие факторы. Сводя к минимуму ошибочную интерпретацию характеристик и своевременное обнаружение прихвата трубы, можно снизить вероятность возникновения непредвиденных ситуаций и повысить эффективность всего процесса бурения. Стоит отметить, что данный фактор помог бы не только снизить экономические затраты, но и оптимизировать технические и технологические показатели процесса бурения, в частности за счет значительного сокращения времени, необходимого для ликвидации прихвата трубы. ●

**Литература**

- Денисов В.В., Иванова Т.Н. Анализ и устранение прихватов как один из способов снижения аварийности при бурении // Управление техносферой, 2022, том 5, выпуск 4. С. 399–407.
- Исмаиладзе Т.В. Обзор проблем прихвата трубы и ее прогнозирования [Электронный ресурс] / Т.В. Исмаиладзе. Молодой ученый. 2022. № 21 (416). С. 27–30.
- Латыпов А.М. Ликвидация прихватов колонны труб установкой ванны с низким значением поверхностного натяжения // Инновационные исследования: опыт, проблемы внедрения результатов и пути решения: сб. ст. между-нар. науч.-практ. конф., Киров, 15 ноября 2020 г., ООО «Аэтерна». – Уфа, 2020. – С. 27–31.
- Сафиуллин Л.А., Семенов А.Ф. Способы ликвидации прихвата бурильных колонн, также как и их выбор. «Трибуна Чикаго», 2020, выпуск 12. С. 56.
- Анализ прихвата трубы при бурении скважин в южно-иракских коллекторах известняка и песчаника / Ал-обаиди С.С., Харламов С.Н. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – Т. 335. – № 8. – С. 91–111.
- Sharipov A.U. Well Drilling and Completion Efficiency Using Polymer Solutions / A.U. Sharipov, R.R. Lukmanov, K.V. Antonov, I.A. Chetvertnev: Obz. inf. – M.: VNIIOENG, 1995. – 31 с.
- Maikobi A.A. Factors Causing Differential Sticking of Drill String. Materials of the 72nd scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists of USTU. In 2 tons. – Ufa. UNPC Publishing House UGNTU, – 2021. – Т. 1 – S. 543.

**ФАКТЫ**  
**Решающий фактор**

в профилактике прихвата – раннее обнаружение начала определенного вида прихвата трубы

- Belasky J.P., McCann D.P. and Leshikar J.F. A practical method for minimizing pipe sticking, combining surface and MWD measurements. Drilling Conference «Society of Petroleum Engineers / International Association of Drilling Contractors» SPE/IADC. Dallas, TX, USA. February 15–18, 1994 P. 94.
- Isamburg P., Ottesen S., Benaissa S. and Marty I.: Simulation cell for measuring the lubricity and pressure drop in the well. Drilling Conference «Society of Petroleum Engineers/International Association of Drilling Contractors» SPE/IADC. March 9–11, 1999 Amsterdam, Netherlands. P. 16.
- Al-obaidi S.S., Evan D., Kharlamov S.N. Progress on clay swelling inhibitors: a comprehensive review. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering, 2024, vol. 335, no. 10, pp. 146–166. DOI: 10.18799/24131830/2024/10/4868.
- Sharipov A.U. Development and use of polymer solutions in drilling and completion of deep wells / A.U. Sharipov, K.V. Antonov, R.R. Lukmanov. – Ufa: Tau, 2003. – 168 p.
- Amanullah M. and Al-Arfaj M.K.: A novel method and apparatus for evaluating the effectiveness of fluid baths. Annual technical symposium and exhibition «Society of Petroleum Engineers» in Saudi Arabia. Dammam, Saudi Arabia. April 24–27, 2017. P. 82.
- Biondi A., Giannini R., Madia L. & Ferrara P.: Laboratory equipment to study sticking due to differential pressure and drill string release mechanism. Fourteenth Offshore Mediterranean Conference and Exhibition, Ravenna, Italy. March 27–29, 2019. P. 20.
- Angelopolu O.K., Podgornov V.M., Avakov V.E. Drilling fluids for complicated conditions. – M.: Nedra, 1988. – 135 pp.
- Maikobi A.A. Modern Methods of Evaluation and Testing of Fluid Baths for Removal of Differential Sticking of Drill Pipe. International Scientific and Technical Conference «Modern Technologies in Oil and Gas Business-2021». Institute of Oil and Gas FSBEI HE UGNTU Oktyabrsky. 26 Mar. 2021. P. 23.
- Maikobi A.A., Ismakov R.A. Best Practices for Reducing Drill Pipe Sticking. International scientific and practical conference «Technological solutions for well construction at fields with complex geological and technological conditions for their development», dedicated to the memory of Viktor Efimovich Kopylov. Tyumen Industrial University. Tyumen. February 15–17, 2022. P. 89.
- Maikobi A.A., Al-Sukhili M.H.A., Tahir J.I. Modern methods for eliminating stuck drill pipes caused by rock pressure. International Scientific and Technical Conference «Modern Technologies in Oil and Gas Business-2023» Institute of Oil and Gas FSBEI HE USTU, Oktyabrsky. March 24, 2023. P. 144.
- Yusef A., Yakhin A.R., Yusupova L.F., Ali N.M. Study of lubricating additives for expanding the expandable pipe in monodiameter wells // Oil and gas business. – 2024. – Vol. 22. – № 1. – p. 25–33.
- Maikobi A.A., Al-sukhili M.H.A., Tahir J.I. Active methods to eliminate stuck drill pipe caused by a combination of rock pressure and tectonic stresses. XIV International Scientific and Technical Conference «TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS (TTS-23)» Institute of Oil, Gas and Energy, Kuban State Technological University. Krasnodar. November 20, 2023. P. 68.
- Maikobi A.A. Method and Apparatus to Evaluate the Performance of Spotting Fluids in Differential Pressure Sticking International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of the Faculty of Mining and 100 on the anniversary of the scientist Spivak Alexander Ivanovich. FSBEI HE USTU Ufa. November 23, 2023. P. 125.

KEYWORDS: pipe anchoring, drilling, forecasting, methods, pipes, columns.

Полная версия журнала  
доступна по подписке